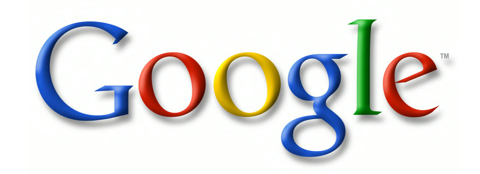
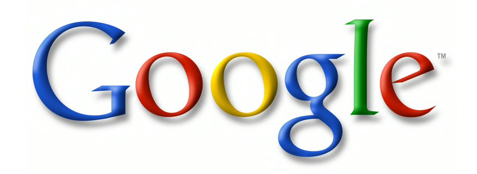
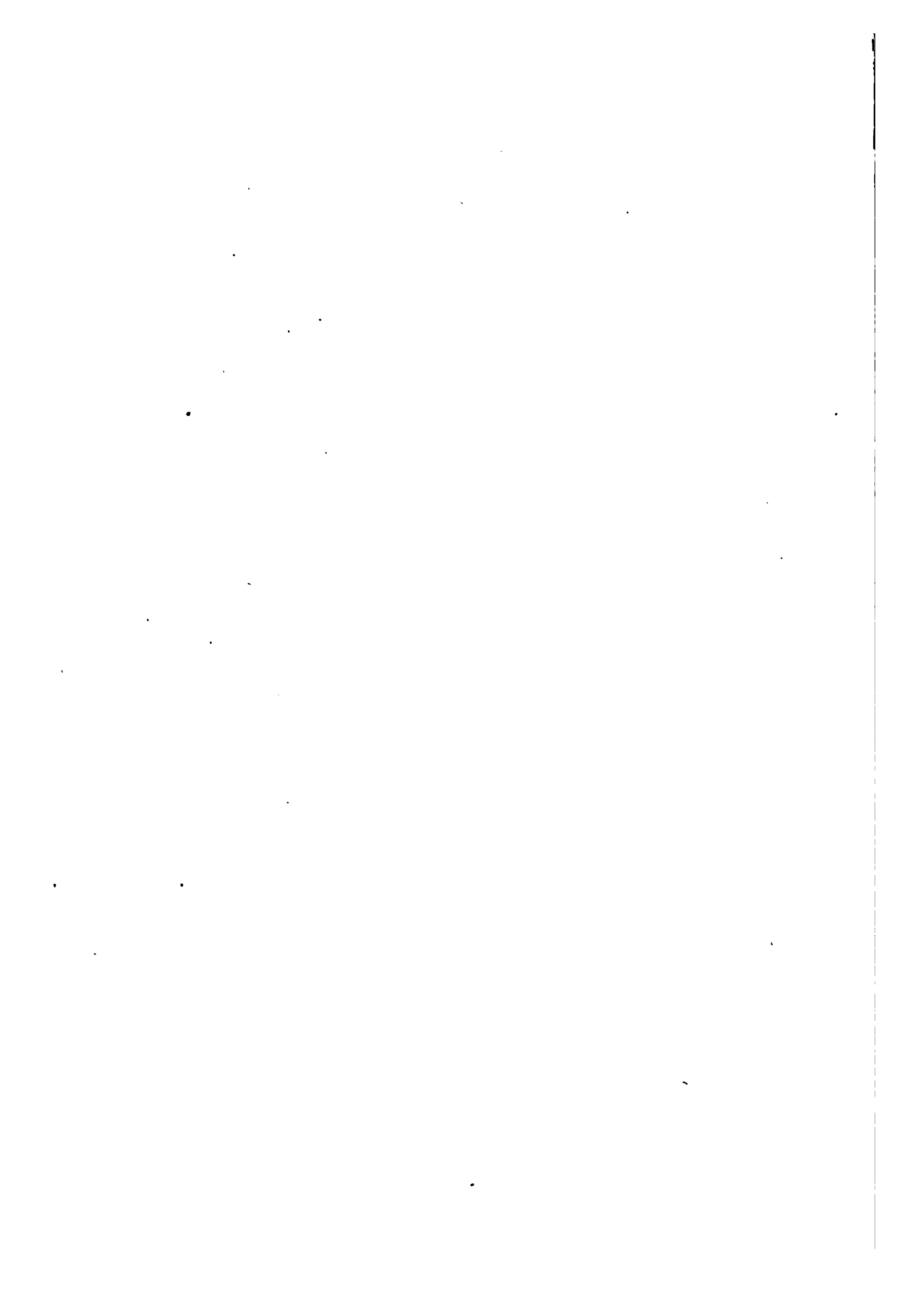










ZEITSCHRIFT

FÜR

BIOLOGIE

VON

W. KÜHNE, UND C. VOIT,

O. Ö. PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE IN HEIDELBERG, O. Ö. PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE IN MÜNCHEN.

NEUE FOLGE: SECHSTER BAND.
DER GANZEN REIHE: VIERUNDZWANZIGSTER BAND.



MÜNCHEN UND LEIPZIG 1888.
DRUCK UND VERLAG VON R. OLDENBOURG.

Inhalt.

Seite

Ueber das regelmässige Vorkommen von bakterienähnlichen Gebilden in den Geweben und Eiern verschiedener Insecten. Von Dr. F. Blochmann. (Mit Tafel I.) 1
Ueber die Ausnutzung des Fischfleisches im Darmkanale im Vergleich mit der des Rindfleisches. Von W. O. Atwater in Middletown 16
Wo wird der Schluckreflex ausgelöst? Von N. Wassilieff 29
Beobachtungen über die Absorption des Lichtes durch das Oxyhämoglobin. Von Dr. med. Friedrich Krüger 47
Beiträge zur Kenntniss des Glykogens. Von August Cramer, appr. Arzt 67
Nachträge zu den Untersuchungen über die Gärung der Cellulose. Von H. Tappeiner 105
Ueber die Ausnützung der Thymus, der Lunge und der Leber im Darmkanale des Hundes. Von Emil Bergeat 120
Der Stoffwechsel von fünf Kindern im Alter von 7 bis 17 Jahren. Von Dr. W. Camerer 141
Directe Reizung der quergestreiften Muskeln mittels des constanten Stromes. Von K. Hällstén in Helsingfors. (Mit Tafel II.) (Fortsetzung) . . 164
Zur Frage über die Faserstoffgerinnung im Allgemeinen und die intravasculäre Gerinnung im Speciellen. Von Dr. med. Friedrich Krüger . . 189
Ueber Fermente im normalen Harne. Von E. Stadelmann 226
Bildung von Ammoniak bei Pankreasverdauung von Fibrin. Von E. Stadelmann 261
Bemerkungen zur Chemie der Albumosen und Peptone. Von Dr. R. Neumeister 267
Ueber die Einführung der Albumosen und Peptone in den Organismus. Von Dr. R. Neumeister 272
Ueber die eiweisssparende Wirkung der Cellulose bei der Ernährung der Herbivoren. Entgegnung. Von Prof. Dr. W. v. Knieriem 293
Harnstoffstickstoff und Gesammtstickstoff im menschlichen Urin. Von Dr. W. Camerer 306
Ueber die ungleiche Resistenz des Blutfarbstoffs verschiedener Thiere gegen zersetzende Agentien. Von Dr. med. Friedrich Krüger 318
Ueber die titrimetrische Bestimmung des Harnstoffs. Entgegnung an Herrn Geheimrath Pflüger. Von Dr. Th. Pfeiffer 336
Haben vegetabilische Eiweissstoffe den gleichen Nährwerth für den Menschen wie die animalischen? Von Dr. J. Rutgers in Rotterdam 351
Secundäre Erregung vom Muskel zum Muskel. Von W. Kühne . . . 383
Die Wärmeregelung beim Neugeborenen. Von Robert W. Raudnitz in Prag 423
Kommt der Cellulose eiweissersparende Wirkung bei der Ernährung der Herbivoren zu? Von Prof. Dr. H. Weiske 553
Zur Frage der Blutgerinnung. Von L. C. Wooldridge 562



Ueber das regelmässige Vorkommen von bakterienähnlichen Gebilden in den Geweben und Eiern verschiedener Insecten.

Von

Dr. F. Blochmann.

(Mit Tafel I.)

Die eigenthümlichen Stäbchen, welche ich schon vor längerer Zeit [1]) regelmässig in den Eiern mancher Ameisenarten aufgefunden hatte, waren bei anderen Insecten bisher nicht bekannt geworden, und auch bei den Ameisen hat sie nach mir Niemand mehr untersucht, was vielleicht damit zusammenhängen mag, dass die Weibchen der betreffenden Ameisenarten ein nicht gerade leicht zu beschaffendes Material sind. Es ist mir nun bei meinen Untersuchungen über die Richtungskörper bei Insecteneiern geglückt, in den beiden ganz allgemein vorkommenden Thieren, der *Periplaneta orientalis* und der *Blatta germanica* für das Studium dieser räthselhaften Gebilde ausgezeichnete und überall und jeder Zeit leicht zu beschaffende Objecte aufzufinden. Ich habe auf das Vorkommen solcher Stäbchen bei den genannten Thieren schon anderwärts [2]) hingewiesen und war in der letzten Zeit bestrebt, bei ihnen das Verhalten und die Bedeutung derselben genauer zu erforschen.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind bis jetzt noch keineswegs in jeder Beziehung befriedigende, und manche Fragen konnten

1) Blochmann, F., Ueber d. Reifung d. Eier bei Ameisen u. Wespen. Festschr. d. naturhist. med. Vereins zu Heidelberg 1886. S. 143—172. — Vergl. auch die vorl. Mitth. in Verh. d. naturhist. med. Vereins zu Heidelberg N. F. Bd. 3 S. 243—246. 1884, und Biol. Centralblatt Bd. 6 S. 554—559. 1886.

2) Blochmann, F., Ueber die Richtungskörper bei den Eiern der Insecten. Morph. Jahrb. Bd. 12 S. 544—574 1887.

noch nicht definitiv entschieden werden. Wenn ich trotzdem meine Resultate so, wie sie sind, der Oeffentlichkeit übergebe, so haben mich folgende Rücksichten dazu bestimmt.

Zunächst ist es mir aus verschiedenen Gründen nicht möglich, meine ganze Zeit auf die Fortsetzung der Untersuchung zu verwenden, so dass eine Veröffentlichung der Ergebnisse dadurch vielleicht auf längere Zeit verschoben würde; dann kann es für die Frage nach der Bedeutung der Stäbchen nur von Vortheil sein, wenn durch diesen Aufsatz die Aufmerksamkeit anderer Forscher auf sie und verwandte Dinge gelenkt wird. Denn ich muss es nach meinen Befunden für höchst wahrscheinlich halten, dass Aehnliches sich auch anderwärts findet.

Ehe ich auf das eigentliche Thema eingehe, möchte ich einiges Wenige über die Methode der Untersuchung sagen. Bei *Periplaneta* sowohl als auch bei *Blatta* finden sich die Stäbchen bei ♂ und ♀ Thieren massenhaft im Fettkörper, bei den ♀ ausserdem noch in den Eiern. Man kann sie also mit Leichtigkeit isolirt zur Anschauung bringen, wenn man Theile der Ovarien oder kleine Stücke des Fettkörpers unter dem Deckglase zerquetscht. Ferner kann man sie auch in den jüngeren Eiern unverletzter Eiröhren leicht beobachten. Als Untersuchungsflüssigkeit diente dabei stets 0,6 % Kochsalzlösung. Das Genauere über ihre Verbreitung wurde mit Hilfe von Schnitten festgestellt, meist genügt es, die Schnitte einfach mit Hämatoxylin zu färben, da sich die Stäbchen damit tingiren, wenn auch nicht gerade intensiv. Kam es darauf an, eine vollständig scharfe und distincte Färbung der Stäbchen zu erlangen, so verfuhr ich nach der sog. Gram'schen Methode, wobei sich die Stäbchen ebenso wie die meisten Bakterien intensiv blauschwarz — oft auch mehr violett — färben, während das Gewebe einen gelblichen Ton erhält. Werden auf diese Weise behandelte Schnitte mit Bismarckbraun, Vesuvin oder Eosin nachgefärbt, so erhält man noch instructivere Bilder. Die zu Schnitten verwendeten Theile wurden gewöhnlich nur mit Alkohol conservirt. Auf die Versuche, die ich machte, um die Stäbchen zu cultiviren und dadurch ihre Bakteriennatur festzustellen werde ich weiter unten genauer eingehen.

Wenn man ein kleines Stückchen des Fettkörpers von *Periplaneta* oder *Blatta* unter dem Deckglas zerquetscht, so findet man zwischen den Fetttropfen, den Harnsäureconcrementen und den mehr oder weniger zerstörten Gewebstheilen eine grosse Menge von stäbchenförmigen Gebilden, die ganz den Eindruck von Bakterien machen (Fig. 1a—c). Dieselben sind etwa $6-8\mu$ lang. Meist sind sie mehr oder weniger bogenförmig oder auch s förmig gekrümmt, selten fast gerade; beide Enden sind gleichmässig abgerundet. Im frischen Zustande sind die Stäbchen stark lichtbrechend und lassen nichts von einer inneren Structur erkennen. Schon das Gesagte ergibt eine frappante Aehnlichkeit mit Bakterien, die noch durch ihr weiteres Verhalten [1]) unterstützt wird. Jodlösung färbt sie gelb. In 2 % Kalilösung und 5 % Sodalösung erhalten sie sich 14 Tage und länger nach Gestalt und Ansehen im Wesentlichen unverändert [2]). Es tritt dabei deutlich eine Wandschicht hervor, die nach aussen einen ganz scharfen Umriss besitzt, nach innen zu durch kleine Vorsprünge u. s. w. etwas unregelmässig erscheint, ganz ähnlich, wie es in Fig. 1 f für Stäbchen, die längere Zeit in destillirtem Wasser bei 37,5° C. gehalten wurden, dargestellt ist. Der Inhalt ist ganz hyalin ohne weitere erkennbare Structur. Oefter werden durch die inneren Vorsprünge der Wandschicht eine oder mehrere Querscheidewände gebildet. Besonders deutlich tritt die Wandschicht auch an solchen Stäbchen hervor, die mit Alkohol fixirt und mit Hämatoxylin oder auch nach der Gram'schen Methode gefärbt sind. Denn es ist hauptsächlich die Wandschicht, die sich färbt, während der Inhalt fast farblos bleibt. Ein im Innern der Stäbchen gelegenes starkglänzendes Körnchen, wie es

1) Bei den hier beschriebenen Versuchen wurden stets neben den Präparaten mit den Stäbchen aus *Blatta* und *Periplaneta* Controlpräparate untersucht, die *Bacillus anthracis* und *Megatherium* in der gleichen Weise behandelt, enthielten. Dabei ergab sich, dass diese Bakterien sich im Wesentlichen ebenso verhalten, wie die Stäbchen aus den beiden Insecten.

2) Von den Stäbchen bei *Camponotus* gab ich in einer früheren Arbeit (Ueber die Reifung der Eier bei Ameisen und Wespen S. 157) an, dass sie in 5 % Sodalösung nach einiger Zeit blasser werden und schliesslich verschwinden. Diese Beobachtung zu wiederholen, hatte ich leider während des Winters keine Gelegenheit, und ich muss es nach meinen jetzigen Resultaten vorderhand dahin gestellt sein lassen, ob dabei nicht etwa ein Versehen untergelaufen ist.

sich in den Stäbchen von *Camponotus* findet, ist bei denen von *Blatta* und *Periplaneta* nicht vorhanden. Wenn man die Stäbchen in dünner Schicht auf dem Deckglas eintrocknet, durch Erhitzen fixirt und mit wässeriger Lösung von Gentianaviolett behandelt, so färben sich die Stäbchen in der Weise, wie es Fig. 1 *d* und *e* zeigen. Während beide Enden intensiv dunkelviolett gefärbt sind, bleibt zwischen denselben entweder in der Mitte, oder mehr dem einen Ende genähert eine Zone, die weniger gefärbt ist. Ausserdem sind die Stäbchen dann häufig durch einen deutlichen und scharfbegrenzten farblosen Hof von der schwachgefärbten Masse getrennt, in die sie meist eingelagert sind, und die wohl aus dem Protoplasma der zerstörten Zellen besteht.

In jedem Präparat das man aus dem Fettkörper oder auch aus den Ovarien herstellt, trifft man neben den einfachen Stäbchen auch Theilungszustände in Menge an. (Fig. 1 *a*—*e*). Wesentlich ist dabei, dass von zwei zusammenhängenden Stäbchen die meiner Ansicht nach durch Theilung eines einzelnen entstanden sind, jedes für sich gewöhnlich kleiner ist, als die Durchschnittsgrösse der Einzelstäbchen. Nicht ganz verständlich sind mir bis jetzt die in frischen wie in gefärbten Präparaten häufig zu beobachtenden Zustände, wo an einem Ende eines grösseren Stäbchens ein ganz kleines Stäbchen oder auch ein fast kugelförmiges Körperchen ansitzt. Sollte die Vermehrung der Stäbchen vielleicht so stattfinden, dass zunächst nur ein kleines, etwa kugelförmiges Glied abgeschnürt würde, das dann allmählich zu der normalen Grösse auswächst? Vorderhand kann ich darüber noch keine bestimmte Ansicht äussern, da es mir noch nicht gelungen ist, die Vermehrung direct zu beobachten.

Wir gehen jetzt zur Betrachtung des Vorkommens und der Anordnung der Stäbchen im Fettkörper selbst über. Fig. 3 stellt einen Querschnitt, Fig. 4 einen Längsschnitt durch ein Läppchen des Fettkörpers von *Periplaneta* dar. Die Betrachtung dieser Schnitte zeigt sofort, dass die Stäbchen nur in ganz bestimmten Regionen des Fettkörpers vorkommen. Sie sind in die central liegenden Zellen eingelagert und zwar meist in solcher Menge, dass sie die einzelnen Zellen vollständig ausfüllen, so dass von dem Zellleib

nur noch der gewöhnlich in der Mitte gelegene Kern und die häufig recht deutliche Zellmembran zu erkennen ist. Die von diesen Stäbchen angefüllten Zellen enthalten nie Fetttropfen oder Harnsäureconcremente wie die übrigen Zellen des Fettkörpers. Der Längsschnitt (Fig. 4) zeigt, dass die stäbchenhaltigen Zellen in continuirlicher Reihe in der Axe des Läppchens hintereinander liegen, und dass diese axiale Zellreihe von den übrigen Zellen wie von einem Mantel umgeben wird. Die Grenzen der äusseren Zellen sind meist nicht so deutlich zu erkennen, das Protoplasma ist stark vacuolisirt und enthält in diesen Vacuolen reichlich Fetttropfen und Harnsäureconcremente, von denen die ersteren durch die Behandlung der Schnitte aufgelöst werden, so dass in den Präparaten an ihrer Stelle wirkliche Hohlräume erscheinen. Die Harnsäureconcremente sind meist in grosser Menge vorhanden und hauptsächlich in der Umgebung der stäbchenhaltigen Zellen. Sie sind sehr verschieden gross; die grössten erreichen etwa die Grösse der Zellkerne. Sie sind gelblich und besitzen eine besondere Structur, auf die ich hier nicht näher eingehen will. Durch ihr gewöhnlich massenhaftes Vorkommen wird es bedingt, dass der Fettkörper eine sehr deutliche Murexidreaction gibt. In einzelnen Fällen habe ich merkwürdigerweise die Harnsäureconcremente vollständig vermisst. So stammen die den Fig. 3 und 4 zu Grunde liegenden Präparate von einem Thier, bei dem sie fehlten.

Im wesentlichen ebenso finden sich die Stäbchen bei *Blatta.* Nur ist es hier nicht eine axiale Reihe von stäbchenhaltigen Zellen, welche die einzelnen Läppchen des Fettkörpers durchzieht, sondern es sind meist drei oder vier solcher Reihen vorhanden, wie der Durchschnitt Fig. 5 zeigt.

Um nun das Vorkommen und die Vertheilung der Stäbchen in den Ovarien zu untersuchen, wollen wir zunächst das obere Ende einer Eiröhre von *Blatta germanica* betrachten.

Dasselbe (Fig. 2) zeigt drei junge Eier, von denen zwei *a* und *b* ganz frei von Stäbchen sind, während das dritte (*c*) solche in geringer Zahl enthält. Bei dem nächst älteren Ei (*d*) ist bereits die ganze Oberfläche von einer Lage von Stäbchen bedeckt, welche bei

dem fünften Ei (*e*) noch dichter geworden, aber immer noch etwa einschichtig ist, während bei älteren Eiern dann die Stäbchenlage mehrfach wird (Fig. 6). Die Stäbchen bleiben stets an der Oberfläche des Eies, nur ganz ausnahmsweise findet man auf den Durchschnitten auch eines oder das andere im Inneren des Eiplasmas. Wenn die Ablagerung des Dotters in den reifenden Eiern beginnt, so wird dadurch eine ziemlich rasche Vergrösserung des Volumens und der Oberfläche des Eies bewirkt, und es scheint, dass die Vermehrung der Stäbchen mit dieser Oberflächenvergrösserung nicht gleichen Schritt hält, denn in den reifen Ovarialeiern und ebenso auch in den frisch abgelegten Eiern findet sich keine continuirliche Stäbchenlage mehr (Fig. 7), sondern sie liegen einzeln oder in kleinen Gruppen an der Oberfläche zerstreut.

Wie kommen nun diese Stäbchen in die Eier? Leider kann ich diese Frage nicht direct beantworten, sondern nur Vermuthungen darüber aussprechen. Jedenfalls darf man wohl von vornherein schon die Annahme ausschliessen, dass sie in den jungen Eiern entstehen, da die Beobachtung bis jetzt keine Anhaltspunkte für dieselbe ergeben hat, und da sie später sicher nur durch Theilung sich vermehren. Die wahrscheinlichste Annahme ist die, dass eine Einwanderung der Stäbchen vom Fettkörper aus, der ja die Eiröhren dicht umlagert, stattfindet. Es ist natürlich sehr schwer, wenn nicht geradezu unmöglich, auf Schnitten zu entscheiden, ob einzelne da und dort im Fettkörper zerstreute Stäbchen auf einer Wanderung begriffen sind, oder ob sie nicht etwa durch den Schnitt aus einer der benachbarten Zellen herausgerissen wurden. Im Epithel der Eiröhren habe ich mit Sicherheit auch noch keine Stäbchen constatirt, was aber ebenfalls schwierig ist, da gerade in der Region, wo die jungen Eier liegen, das Epithel sehr dünn ist. In älteren Eifächern, z. B. Fig. 6 ist dasselbe stets frei von Stäbchen. Darum ist jedoch ihr Vorhandensein in den Epithelzellen der oberen Region nicht ausgeschlossen, da auch bei *Camponotus* und *Formica* in den älteren Eifächern die Epithelzellen ganz frei von Stäbchen bleiben, während sie in einer bestimmten Region der Eiröhre damit dicht vollgepfropft sind. Oefter habe ich einzelne Stäbchen zwischen dem Epithel des Eifachs und der Eioberfläche beobachtet (Fig. 2).

Doch sind auch diese Beobachtungen mit Vorsicht aufzunehmen, da sich diese Stäbchen ebensogut von der Eioberfläche abgelöst haben können. Jedenfalls halte ich zunächst die Annahme, dass eine Einwanderung der Stäbchen in die Eier stattfinde, für die einfachste, besonders da die bei Ameisen erhaltenen Resultate dieselbe noch zu unterstützen scheinen.

Bei *Blatta germanica* gelang es mir, das Verhalten der Stäbchen bei der Entwicklung des Eies in den wesentlichsten Zügen festzustellen. Wie bemerkt finden sich die Stäbchen in den frisch abgelegten Eiern über die ganze Oberfläche zerstreut. Wenn sich das Blastoderm, das aus sehr grossen, flachen Zellen besteht, augebildet hat, so liegen sie unterhalb desselben. Bald verlassen sie jedoch diese oberflächliche Lage und dringen in das Innere des Dotters ein, und zwar findet man sie hier dann wieder in Menge in den unregelmässigen Hohlräumen und Lücken, die durch Verflüssigung des Dotters entstehen (Fig. 8 und 8 a). Auf diesem Entwicklungsstadium ist das Entoderm (*Ent*) erst auf der Ventralseite ausgebildet, und der Fettkörper (*FK*) noch wenig entwickelt. In demselben sind schon Harnsäureconcremente vorhanden.

Fig. 9 und 9 a stellen einen Querschnitt durch einen etwas weiter fortgeschrittenen Embryo dar. Das Entoderm hat sich schon viel weiter nach der Dorsalseite zu ausgedehnt, und der Fettkörper ist dementsprechend auch mächtiger entwickelt. Innerhalb des Entoderms finden sich jetzt keine Stäbchen mehr, sondern dieselben sind alle in einzelne grössere Zellen eingewandert, die an der inneren Seite des Fettkörpers liegen, da wo derselbe sich an das Entoderm anlegt. (Fig. 9 a). Leider war es mir trotz vielfachen Suchens bei dem mir zu Gebote stehenden Material nicht möglich, das äusserst wichtige Stadium aufzufinden, welches die Verbindung zwischen Fig. 8 und 9 herstellt, auf dem man also die Wanderung der Stäbchen und dann auch den Ursprung der Zellen, in die sie einwandern, mit Sicherheit feststellen könnte. Zu vermuthen ist ja, dass es einfach Zellen des Fettkörpers sind, die dann von den Stäbchen eingenommen werden.

Bei einem noch etwas weiter in der Entwicklung fortgeschrittenen Embryo ergaben sich dann Verhältnisse, die ganz mit dem, was wir bei dem erwachsenen Thiere schon sahen, übereinstimmen.

Die in Fig. 10 und 10a dargestellten Querschnitte durch einen solchen Embryo zeigen die stäbchenhaltigen Zellen schon in das Innere des Fettkörpers eingewandert und dicht von Harnsäureconcrementen umlagert, wie wir es vom Fettkörper des erwachsenen Thieres kennen lernten.

Es muss nun im gleichen Maasse, wie sich der Fettkörper weiter ausbildet und in einzelne Läppchen gliedert, eine bedeutende Vermehrung der Stäbchen sowohl, als auch der stäbchenführenden Zellen stattfinden. Ob die Zahl der letzteren nun dadurch vergrössert wird, dass sich die ursprünglich vorhandenen stäbchenführenden Zellen theilen, oder dass die sich vermehrenden Stäbchen in neue, vorher von ihnen freie Zellen einwandern, konnte ich bis jetzt noch nicht entscheiden. Möglich ist natürlich beides. Ich will dabei noch bemerken, dass ich in stäbchenhaltigen Epithelzellen der Eiröhren von *Camponotus* wiederholt Kerntheilungen beobachtet und auch eine solche abgebildet habe. (Eireifung bei Ameisen und Wespen Fig. 20).

Dies sind die thatsächlichen Ergebnisse, welche die Untersuchung der räthselhaften Stäbchen bei *Blatta* und *Periplaneta* geliefert hat. Sie stimmen im wesentlichen mit dem schon früher für sie bei Ameisen ermittelten überein und lassen sich kurz folgendermaassen zusammenfassen: In dem Fettkörper von *Blatta* und *Periplaneta* finden sich in zahlreichen central gelegenen Zellen stäbchenförmige Gebilde von regelmässiger Gestalt und bestimmter Grösse, die sich durch Zweitheilung vermehren, welche dann bei den ♀ Thieren wahrscheinlich in die Eier eindringen und so auf das junge Thier übertragen werden, wo sie zuerst in Lückenräumen des Nahrungsdotters liegen, um dann vor vollständiger Ausbildung des Darmrohres in gewisse Zellen des embryonalen Fettkörpers überzugehen.

Zunächst müssen wir nun die Frage aufwerfen: Was sind diese Stäbchen und welche Bedeutung kommt ihnen im Organismus der sie beherbergenden Thiere zu?

Was die erste Frage anlangt, so glaube ich, dass wir nach dem gegenwärtigen Stande unseres Wissens kaum anders können, als die Stäbchen für B a k t e r i e n zu erklären. Dafür spricht ihr oben näher geschildertes Verhalten gegen verschiedene Reagentien und Färbungsmittel, ihre Bakterienähnlichkeit in der äusseren Erscheinung, ihre selbständige Vermehrung durch Zweitheilung, vielleicht auch die Art ihres Vorkommens im Körper der Thiere. Um ihre Bakteriennatur jedoch über alle Zweifel festzustellen, müsste es gelingen, dieselben nach Art anderer Bakterien ausserhalb des Thierkörpers rein zu cultiviren. Ich habe nun allerdings eine Reihe von Culturversuchen angestellt, die aber bis jetzt noch kein positives Resultat ergeben haben. Ich halte es darum auch nicht für nothwendig, dieselben mit aller Ausführlichkeit hier anzugeben, sondern möchte nur einen kurzen Ueberblick über die angestellten Versuche anfügen.

Zunächst wurden Plattenculturen angelegt in Fleischpeptongelatine und Agar; die letzteren wurden bei 37—38 ° C. gehalten. Gleichzeitig werden Culturen im hängenden Tropfen (in sterilisirter Fleischbrühe) unter denselben Bedingungen beobachtet. Als sich bei diesen Versuchen kein Wachsthum ergab, versuchte ich eine Anzahl von anderen Nährlösungen und zwar vorderhand nur bei Culturen in hängenden Tropfen. Ich verwandte Blut von *Periplaneta*, unter den nöthigen Cautelen entnommen, weiter ein Infus von *Periplaneta*, was so hergestellt wurde, dass eine Anzahl von Thieren, bei denen der Darm entfernt war, mit destillirtem Wasser zerrieben wurde. Nach etwa zwölfstündigem Stehen wurde die leicht saure Flüssigkeit abfiltrirt zum Theil sauer, zum Theil neutralisirt, oder auch schwach alkalisch gemacht, in sterilisirte Röhrchen eingefüllt und durch dreimaligen Aufenthalt von einer halben Stunde im Dampfsterilisirungsapparat sterilisirt. Schliesslich wurden auch Präparate in 0,6% Kochsalzlösung, in Harn und in Hühnereiweisslösung beobachtet.

Wenn nun auch alle diese Culturversuche bis jetzt kein Resultat ergaben, so kann dieser Misserfolg doch nicht unbedingt als ein Beweis gegen die Bakteriennatur der uns beschäftigenden Gebilde betrachtet werden, da ja für eine ganze Anzahl von zweifel-

losen, parasitischen Bakterien die Culturen ebenfalls noch nicht gelungen sind, oder zum Theil nur auf ganz bestimmten Nährböden gelingen. Wir können jedenfalls — die Bakteriennatur unserer Stäbchen vorausgesetzt — annehmen, dass sich dieselben in hohem Maasse an die Bedingungen, unter denen sie im lebenden Thierkörper vorkommen, angepasst haben, und dass sie eben nur unter diesen günstigsten Bedingungen einer ordentlichen Vermehrung fähig sind. Noch ein anderer Punkt ist dabei in Betracht zu ziehen. Es ist nicht undenkbar, dass diese Bakterien zu den sog. anaërobiontischen gehören, also nur unter Luftabschluss gut gedeihen. Es gewinnt diese Idee vielleicht noch an Wahrscheinlichkeit, wenn man bedenkt, dass sie im Fettkörper nur in den centralen Zellen vorkommen, und dass sie in dem abgelegten Ei von der Oberfläche weg nach dem Innern zu wandern. Leider war es mir bis jetzt nicht möglich, Culturen in der für anaërobiontische Bakterien gebräuchlichen Weise anzulegen, jedenfalls sollen diese Versuche in Bälde angestellt werden.

Bleiben wir also vorderhand bei der Annahme, dass die beschriebenen Stäbchen Bakterien sind und gehen unter dieser Voraussetzung zu der zweiten oben aufgeworfenen Frage nach der Bedeutung derselben im Organismus des Thieres über. Jedenfalls ist dabei zunächst zu betonen, dass das Vorkommen der Stäbchen bei den bisher darauf untersuchten Thieren, also bei *Camponotus ligniperda*, *Formica fusca*, *Blatta germanica* und *Periplaneta orientalis* ein durchaus regelmässiges ist — ich habe noch kein einziges Thier der genannten Arten untersucht, bei dem sich die Stäbchen nicht gefunden hätten, — so dass man nicht daran denken kann, in ihnen gelegentliche, allerdings für den Organismus unschädliche Parasiten zu erblicken, sondern wir müssen wohl annehmen, dass ihnen im Organismus bestimmte Funktionen zukommen, so dass also eine Art von Symbiose vorliegen würde, etwa wie sie zwischen Zoochlorellen und den sie beherbergenden Thieren, oder zwischen Pilzen und Algen bei den Flechten vorkommt. Welches aber die Leistungen sind, die den Bakterien im erwachsenen Thiere zukommen, darüber konnte ich bis jetzt allerdings zu keiner, auch nur einigermassen annehmbaren Vorstellung kommen. Dagegen

könnte man bei Betrachtung ihres Verhaltens, in dem sich entwickelnden Ei wohl die Vermuthung hegen, dass sie bei der Verflüssigung des Dotters eine Rolle spielen, da sie ja, wie wir oben sahen, in grösster Menge, gerade in den Lückenräumen sich finden, die zweifelsohne durch Auflösung der festen Dotterbestandtheile hervorgebracht wurden. Natürlich könnte man dieses Verhalten auch noch auf andere Weise erklären; man könnte auch sagen, dass an diesen Stellen die Bakterien deshalb in Menge vorkämen, weil sie eben hier gerade die besten Bedingungen für ihre Entwicklung fänden.

Ich möchte an dieser Stelle noch einige Beobachtungen erwähnen, die, wenn sie sich bestätigen, von grösster Wichtigkeit für die Bedeutung der Stäbchen werden können. Man findet in den Cocons von *Blatta* nicht selten Eier, die sich nicht entwickelt haben, oder auf einer früheren Entwicklungsstufe zu Grunde gegangen sind. Soviel ich nun an den Durchschnitten, die ich gelegentlich durch solche Eier erhielt, sehen konnte, sind in ihnen die Stäbchen ausserordentlich spärlich vorhanden oder fehlen vielleicht auch ganz, so dass man wohl an einen Zusammenhang zwischen dem Fehlen der Stäbchen und dem Zugrundegehen des Eies denken könnte. Ich weiss natürlich sehr wohl, dass man auch diese Dinge anders erklären kann. Man kann, wenn ein Ei sich gar nicht entwickelt, den Grund darin finden, dass es nicht befruchtet war, und wenn es zu einer Zeit, wo schon die Embryonalanlage vorhanden ist, zu Grunde geht, kann irgend ein äusserer Einfluss Schuld daran sein, und man kann dann weiter annehmen, dass die Stäbchen nur in normal sich entwickelnden Eiern günstige Existenzbedingungen finden, und dass ihr Fehlen in den abnormen Eiern darauf zurückzuführen ist, dass sie in denselben zu Grunde gegangen sind. Welche von diesen verschiedenen Vermuthungen das Richtige trifft, müssen weitere Untersuchungen entscheiden. Hier mag es vorläufig genügen, auf die verschiedenen Möglichkeiten hingewiesen zu haben.

Sollte nun die Bakteriennatur der uns beschäftigenden Stäbchen ausser Zweifel gesetzt werden, so würden die Resultate für die ganze Lehre von den Bakterien ziemlich wichtig sein.

Zunächst hätten wir hier ein Beispiel, wo sich die regelmässige Uebertragung von Bakterien von dem Mutterthier durch die Eier auf die jungen Thiere mit aller wünschenswerthen Sicherheit nachweisen liese [1]), was für die Lehre von der Uebertragung von Krankheiten von nicht zu unterschätzender Bedeutung wäre.

Bei den höheren Thieren, wo man bisher hauptsächlich solche Krankheiten studirt hat, ist ein solcher Nachweis ja aus bekannten Gründen mit grossen Schwierigkeiten verbunden.

Weiter würde sich ergeben, dass Bakterien, die man irgendwo in Geweben eines Thieres nachweisen kann, nicht unter allen Umständen Krankheitserreger sein müssen, sondern dass ihnen im Gegentheil vielleicht eine für den Träger selbst wichtige Function zukommt.

Nehmen wir dagegen an, die Stäbchen seien keine Bakterien [2]), so wüsste ich vorderhand nicht, womit man sie überhaupt vergleichen soll. Ich verzichte auch vollständig darauf, unter dieser Annahme eine Hypothese aufzustellen, da eine solche überhaupt erst dann Werth haben wird, wenn feststeht, dass die Stäbchen keine Bakterien sind.

Was nun endlich die Verbreitung der uns beschäftigenden Stäbchen betrifft, so bin ich der festen Ueberzeugung, dass sie oder vielleicht andere, ähnliche Gebilde in weiter Verbreitung sich finden werden. Ausser bei den hier öfter genannten Insecten habe ich bis jetzt noch bei einer aus Trinidad stammenden *Blabera* Stäbchen gefunden. Ausserdem habe ich schon an verschiedenen Stellen meiner früheren Aufsätze darauf hingewiesen, dass an Stelle der Stäbchen auch etwa kugelförmige, also kokkenartige Gebilde vorkommen können, ich hatte dabei zunächst *Vespa* und *Musca* im Auge. Bei *Musca* habe ich einige Färbungsversuche angestellt, ohne dass mir bis jetzt gelungen wäre, eine distincte Färbung der kokkenartigen Körperchen zu erzielen.

---

1) Ist auch für die Pebrinekörperchen bekannt.

2) Ich hatte in einer früheren Mittheilung (Biol. Centralblatt 1886 S. 556) die Vermuthung ausgesprochen, dass diese Stäbchen möglicherweise mit den eigenthümlichen Gebilden in den Knöllchen der Leguminosenwurzeln verglichen werden könnten, bin aber durch die vorstehenden Untersuchungen von dieser Idee wieder zurückgekommen.

Schliesslich möchte ich hoffen, dass durch den vorliegenden Aufsatz die Aufmerksamkeit den hier behandelten Dingen sich zuwenden möchte, so dass wir zunächst über die Verbreitung der räthselhaften Stäbchen Genaueres erfahren, wodurch dann vielleicht auch Anhaltspunkte für ihre Bedeutung sich ergeben würden.

Es sei mir erlaubt, auch an dieser Stelle Herrn Hofrath Knauff, unter dessen Leitung ich mich mit den bakteriologischen Untersuchungsmethoden vertraut machte, meinen verbindlichsten Dank auszusprechen für das rege Interesse, das er meinen Untersuchungen entgegenbrachte und für die Liebenswürdigkeit, mit welcher er mir seine Apparate zur Benutzung überliess.

Während der vorliegende Aufsatz gedruckt wurde, fand ich, dass ähnliche Gebilde, wie die hier beschriebenen Stäbchen auch anderwärts schon beobachtet und beschrieben worden sind und zwar in der Abhandlung von J. Frenzel, Einiges über den Mitteldarm der Insecten etc. Arch. für mikr. Anat. 1886 Bd. 26 S. 229—306. Ich hatte diese Angaben früher übersehen und will darum hier noch darauf hinweisen. Es ist hauptsächlich Raupe und Imago von *Porthesia chrysorrhoea* bei der nach Frenzels Beobachtungen in gewissen Zellen des Darmepithels solche Stäbchen — er nennt sie bohnenförmige Körperchen — vorkommen. Es stimmt dies mit meinen schon mitgetheilten Befunden bei den Larven von *Camponotus* überein, wo auch einzelne Epithelzellen des Mitteldarmes ganz von Stäbchen vollgepfropft sind und ich habe mich jetzt davon überzeugt, dass sie auch bei dem ausgebildeten ♀ sich noch finden. Gleichzeitig habe ich das Verhalten der Stäbchen von *Camponotus* und *Formica fusca* gegen 2% Kalilauge und 5% Sodalösung noch einmal geprüft; dabei ergab sich, dass bei beiden Arten Kalilauge die Stäbchen zerstört, dass sie in Sodalösung einige Zeit erhalten bleiben, wobei sie jedoch viel blasser werden. Dieses Verhalten würde nicht gerade für ihre Bakteriennatur sprechen. Auch färben sich die Stäbchen von *Camponotus* in Deckglaspräparaten mit Gentianaviolett nur sehr wenig, verhalten sich also auch darin verschieden von den bei *Blatta* und *Periplaneta* vorkommenden. Ich muss gestehen, dass ich in meinem Urtheil über die Natur dieser Stäbchen um so schwankender werde, je länger ich mich mit denselben beschäftige. Frenzel erklärt sie einfach für Secretkörper; das stimmt aber mit dem ganzen Verhalten derselben, wie es sich für die von mir untersuchten Insecten ergab, sehr wenig; noch weniger mit ihrer wahrscheinlichen Vermehrung durch Theilung.

Ich möchte wünschen, dass weitere Untersuchungen bald Klarheit in diese merkwürdigen Verhältnisse bringen möchten.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1 *a*—*c* Stäbchen von *Blatta* und *Periplaneta* frisch in 0,6% Kochsalzlösung $\frac{750}{1}$.

a) aus dem Ovarium von *Blatta germanica*,
b) „ „ „ „ *Periplaneta orientalis*,
c) „ „ Fettkörper von „ „
d) „ „ Ovarium von *Periplaneta*, Deckglastrockenpräparat mit Gentianaviolett gefärbt $\frac{750}{1}$.
e) aus dem Fettkörper von *Blatta*, in derselben Weise präparirt wie *a*.
f) aus dem Fettkörper von *Periplaneta* in destillirtem Wasser 24 Stunden bei 37° gehalten.

Fig. 2 Oberes Ende einer Eiröhre von *Blatta germanica* frisch in 0,6% Kochsalzlösung $\frac{400}{1}$.

a, b, c ganz junge Eier, von denen nur *c* Stäbchen enthält, *d, e* ältere Eier, in denen die Stäbchen schon zahlreich vorhanden sind. Bei *x* ein ausserhalb des Eies gelegenes Stäbchen.

Bezeichnungen, die für Fig. 3—10 allgemeine Gültigkeit haben:

Ekt = Ektoderm (äusseres Epithel).
Ent = Entoderm.
F = Vacuole aus welcher der Fetttropfen aufgelöst ist.
FK = Fettkörper.
H = Harnsäureconcremente.
N = Durchschnitt d. d. Bauchmark.
n = im Dotter zurückgebliebener Kern.
St = Stäbchen.

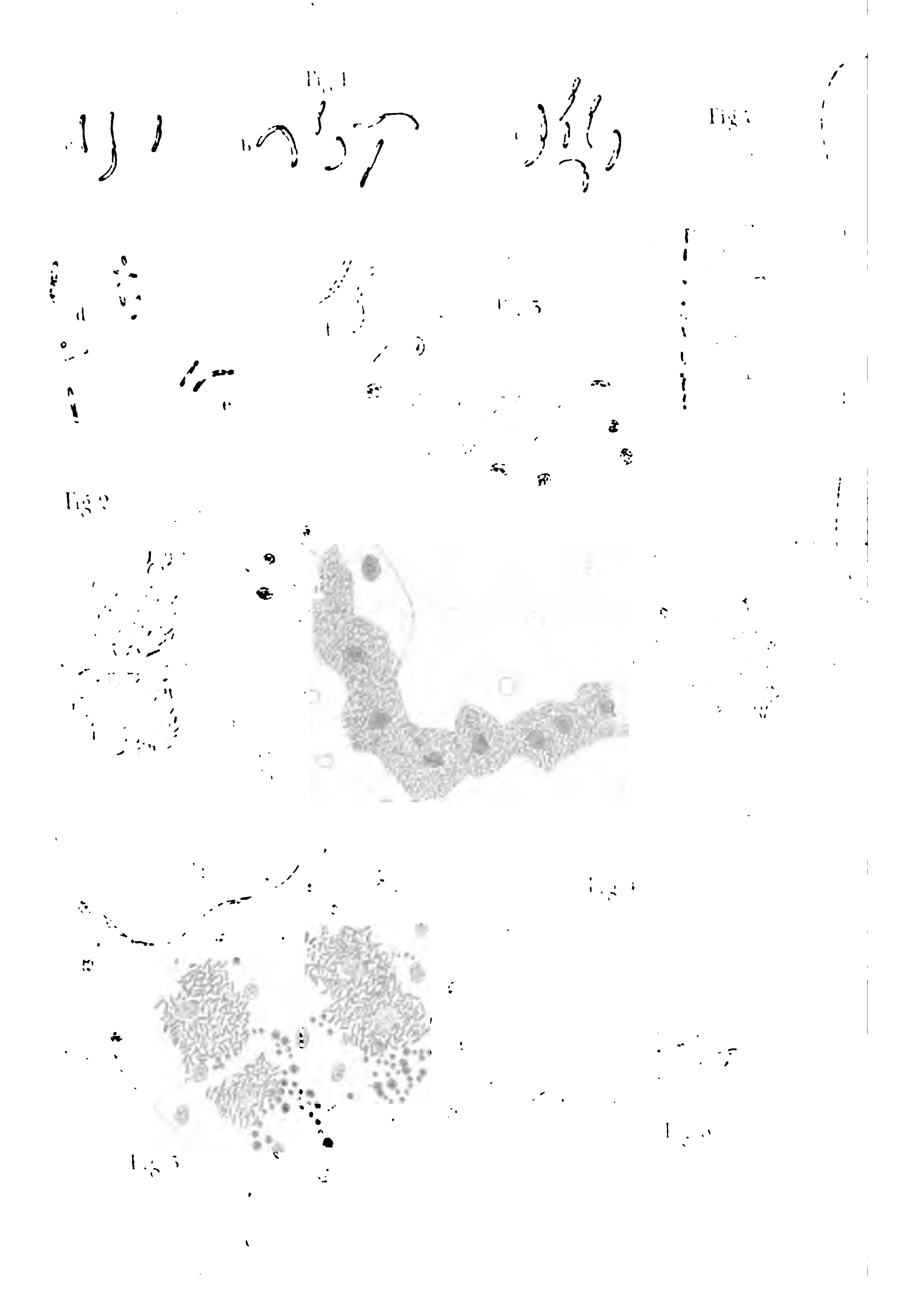
Fig. 3. Querschnitt durch ein Läppchen des Fettkörpers von *Periplaneta* ♀ $\frac{280}{1}$ der Gram'schen Methode gefärbt. Die Harnsäureconcremente fehlen ausnahmsweise in diesem und dem nachfolgenden Präparate.

Fig. 4. Längsschnitt durch ein solches ebenso behandelt $\frac{280}{1}$.

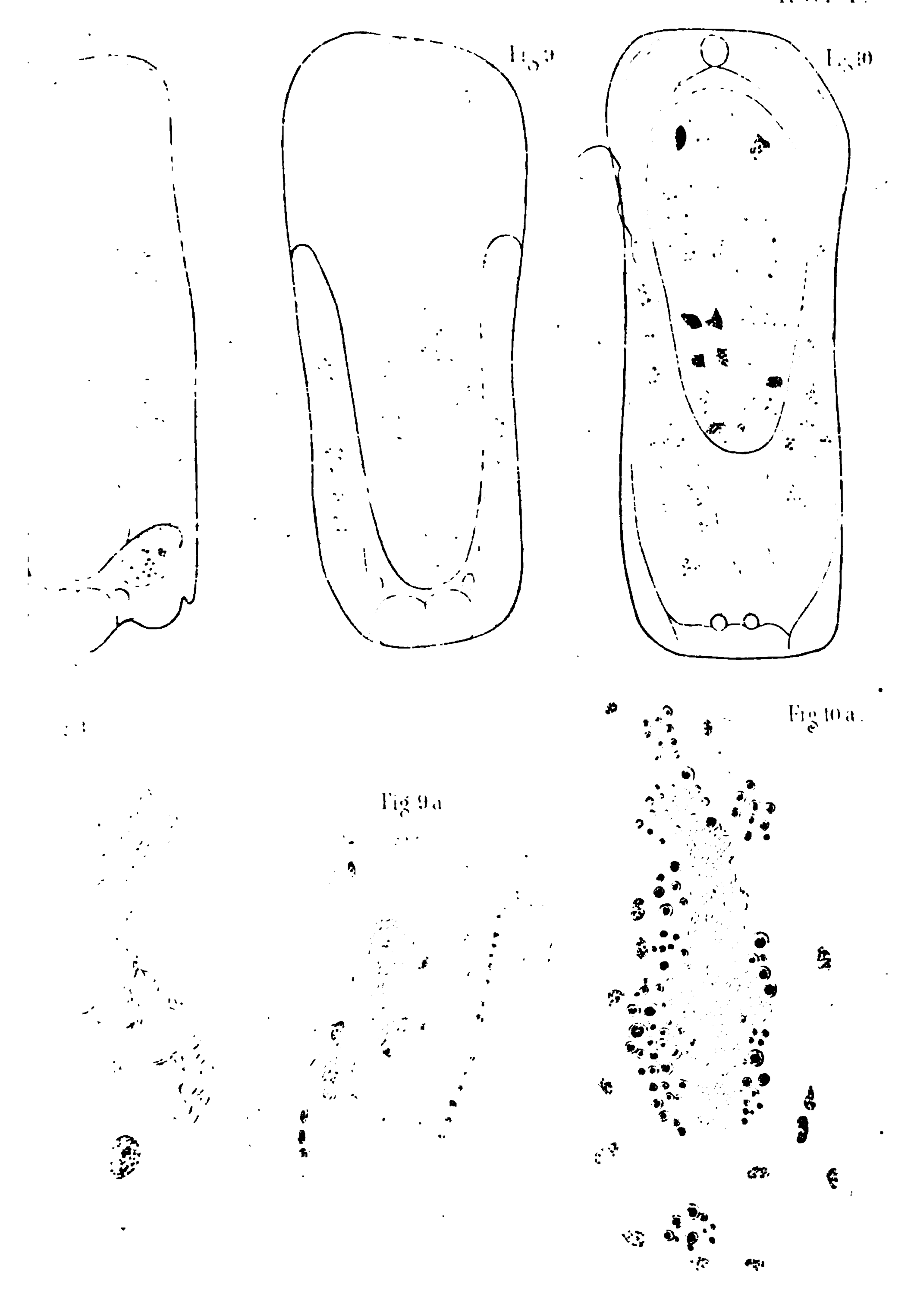
Fig. 5. Querschnitt durch ein Läppchen des Fettkörpers von *Blatta* ♀ ebenso behandelt. *Tr* = Trachee. $\frac{440}{1}$

Fig. 6. Längsschnitt durch den Rand eines Eifollikels von *Blatta* *E* = Follikelepithel ebenso behandelt $\frac{440}{1}$.





Tafel I.




LIBRARY
UNIVERSITY
OF

Fig. 7. Randtheil eines Querschnitts durch ein frisch abgelegtes Ei von *Blatta* Boraxcerium $\frac{440}{1}$.

Fig. 8. Querschnitt durch einen jungen Embryo von *Blatta* etwas schematisirt $\frac{200}{1}$

Fig. 8 a. Ein Theil dieses Durchschnittes $\frac{440}{1}$.

Fig. 9. Querschnitt durch einen älteren Embryo von *Blatta* etwas schematisirt $\frac{200}{1}$.

Fig. 9 a. Ein Theil desselben $\frac{440}{1}$.

Fig. 10. Querschnitt durch einen fast reifen Embryo. R = Rückengefäss $\frac{200}{1}$.

Fig. 10 a. Ein Theil des Fettkörpers aus demselben Querschnitt $\frac{440}{1}$.

Ueber die Ausnützung des Fischfleisches im Darmkanale im Vergleich mit der des Rindfleisches.

Von

W. O. Atwater in Middletown.

(Aus dem physiologischen Institut zu München.)

Während ich mit dem Studium der chemischen Zusammensetzung des Fischfleisches [1]) beschäftiget war, welche sich auf Veranlassung der Staatscommission für die Hebung der Fischerei in den Vereinigten Staaten unternommen hatte, erschien es zur Beurtheilung des Werthes des Fischfleisches für die Ernährung des Menschen wünschenswerth, Versuche über die Ausnützung desselben im Darmkanale im Vergleich mit der des Rindfleisches anzustellen, und zugleich zu prüfen, ob die beiden Fleischarten bei gleichem Trockengewicht für die Zersetzungsvorgänge im Körper das Gleiche leisten.

Man begegnet nämlich nicht selten der Meinung, dass das Fischfleisch nicht in dem Grade zur Ausnutzung gelange und minderwerthiger wäre als das Rindfleisch.

Die grosse Aehnlichkeit in der chemischen Zusammensetzung des Fleisches der essbaren Fische und des Muskelfleisches der Hausthiere, dessen wir uns als werthvolles Nahrungsmittel bedienen,

---

1) Siehe hierüber Berichte d. d. chem. Ges. 1883. Jahrg. 16 S. 1839.

lässt aber von vornherein vermuthen, dass die beiden sich in ihrem Nährwerthe nicht wesentlich unterscheiden.

Diese Vermuthung wurde nun auch durch die im Nachfolgenden beschriebenen Versuche bestätigt, bei welchen das Muskelfleisch des Schellfisches (Melanogrammus aeglefinus) zur Verwendung kam. Die vorliegende Abhandlung ist ein Auszug aus einem umfangreichen Berichte, welcher in Bälde von der Commission der Vereinigten Staaten veröffentlicht werden wird [1].

Die Ausnützungsversuche wurden in dem physiologischen Institute zu München ausgeführt; Herrn Prof. Voit, der mich darin in jeder Richtung unterstützte, sage ich dafür meinen besten Dank.

I. Versuche am Hunde.

Der Orientirung halber sollte zunächst ein Versuch am Hunde angestellt werden. Das Thier, ein 7 k schwerer männlicher Dachshund, erhielt dabei während 6 Tagen je 500 g reines Schellfischfleisch im rohen Zustand mit 15 g Butterschmalz gemischt und Wasser nach Belieben. Bei Beginn des Versuchstages bekam er die eine Hälfte seiner täglichen Portion und dann eine Stunde darnach die andere. Das Gemisch wurde stets mit grossem Appetit alsbald verzehrt. Der auf den Tag treffende Harn wurde unter den bekannten Vorsichtsmaassregeln im Glase aufgefangen, wozu der Hund dreimal des Tags ins Freie geführt wurde; der Koth durch vor und nach der Versuchsreihe gegebene Knochen abgegrenzt.

Gleich nach Ablauf der Versuchsreihe mit dem Fischfleisch wurde in der gleichen Weise eine sechstägige Reihe bei Fütterung mit sorgfältig ausgeschnittenem rohen Rindfleisch angeschlossen, und zwar wurden dabei statt der 500 g Fischfleisch, 375 g Rindfleisch gereicht, welche annähernd die gleiche Menge Trockensubstanz wie 500 g Fischfleisch enthalten.

---

1) Die analytischen Details der Versuche werden in dem erwähnten Berichte mitgetheilt werden. Die Bestimmungen des Stickstoffgehaltes geschahen mittelst Natronkalkes; der Harn wurde zu diesem Zwecke vorerst mit Oxalsäure zur Trockne gebracht. Während des Drucks der Abhandlung ist erschienen: W. O. Atwater, Contributions to the knowledge of the chemical composition and nutritive values of amerikan food-fishes and invertebrates, Washington 1885.

a) Versuch mit Fischfleisch.

23—29. November 1882.

In den Einnahmen wurden dem Körper zugeführt:

Nahrung		im Fischfleisch					im Schmalz
Fischfleisch	Schmalz	feste Theile	Stickstoff	Eiweiss	Fett	Asche	Fett
1) 500	15	90,45	13,65	85,31	0,55	5,75	14,98
2) 500	15	90,45	13,65	85,31	0,55	5,75	14,98
3) 500	15	90,45	13,65	85,31	0,55	5,75	14,98
4) 500	15	90,45	13,65	85,31	0,55	5,75	14,98
5) 500	15	90,45	13,65	85,31	0,55	5,75	14,98
6) 500	15	90,45	13,65	85,31	0,55	5,75	14,98
3000	90	542,70	81,90	511,87	3,30	34,50	89,91

In 100 g Schellfischmuskel waren enthalten:

Wasser	81,91
feste Theile	18,09
Stickstoff	2,73
Eiweiss (N × 6,25)	17,06 [1])
Fett (Aetherextrakt)	0,11
Asche	1,15.

In 100 g Butterschmalz befanden sich 0,1 g Wasser und 99,9 g feste Theile oder Fett.

In den Ausgaben durch Harn und Koth fanden sich:

	im Harn				im Koth			
	ccm	spec. Gew.	Reaction	Stickstoff	feste Theile	Stickstoff	Fett	Asche
1)	269	–	schwach alkal.	12,12	3,31	0,22	0,47	0,81
2)	—	—	—	—	3,31	0,22	0,47	0,81
3)	—	—	—	—	3,31	0,22	0,47	0,81
4)	289	1052	alkalisch	12,98	3,31	0,22	0,47	0,81
5)	292	1056	neutral	14,09	3,31	0,22	0,47	0,81
6)	337	1049	neutral	15,51	3,31	0,22	0,47	0,81
	—	—	—	—	19,85	1,31	2,80	4,86

1) Die Menge des Eiweisses im Muskelfleisch wurde aus dem Stickstoffgehalt des letzteren durch Multiplication mit dem Factor 6,25 berechnet. Es ist selbstverständlich, dass diese Berechnung keine ganz richtige Zahl für den Eiweissgehalt ergibt, da der Stickstoff des Fleisches ja nicht nur in Eiweifs (und leimgebendem Gewebe) sondern auch in stickstoffhaltigen Extractivstoffen enthalten ist. Die angegebenen Eiweissmengen sind also nur annähernde.

In 100 g trocknem Koth wurden gefunden:

Stickstoff	6,58
Fett (Aetherextrakt)	14,10
Asche	24,47

Daraus ergibt sich, dass im Mittel im Tag 13,65 g Stickstoff in der Nahrung zugeführt und im Harn 13,67 g, im Koth 0,22 g, im Ganzen also 13,89 g Stickstoff ausgeschieden wurden. Der Organismus befand sich also mit der aufgenommenen Eiweissmenge nahezu im Gleichgewichtszustande.

Die Ausnützung des Fischfleisches mit Schmalz im Darmkanal des Hundes war folgende:

	resorbirt in %	im Koth in %
Trockensubstanz	96,8	3,2
Stickstoff	98,4	1,6
Fett	97,0	3,0
Asche	85,9	14,1

b) Versuch mit magerem Rindfleisch.
30. November bis 6. December 1882.

Die Einnahmen enthielten:

Nahrung		im Rindfleisch					im Schmalz
Rindfleisch	Schmalz	feste Theile	Stickstoff	Eiweiss	Fett	Asche	Fett
1) 375	15	91,46	13,01	81,34	4,54	4,42	14,98
2) 375	15	91,46	13,01	81,34	4,54	4,42	14,98
3) 375	15	91,46	13,01	81,34	4,54	4,42	14,98
4) 375	15	91,46	13,01	81,34	4,54	4,42	14,98
5) 375	15	91,46	13,01	81,34	4,54	4,42	14,98
6) 375	15	91,46	13,01	81,34	4,54	4,42	14,98
2250	90	548,77	78,07	487,94	27,22	26,55	89,91

In 100 g Rindfleisch waren enthalten:

Wasser	75,61
feste Theile	24,39
Stickstoff	3,47

Eiweiss (N × 6,25)	21,69
Fett (Aetherextrakt)	1,21
Asche	1,18

In 100 g Butterschmalz befanden sich 0,1 g Wasser und 99,9 g feste Theile oder Fett.

In den Ausgaben durch Harn und Koth wurden ausgeschieden:

	im Harn				im Koth			
	ccm	spez. Gew.	Reaction	Stickstoff	feste Theile	Stickstoff	Fett	Asche
1)	170	1068	schwach sauer	10,66	3,63	0,28	0,53	0,63
2)	198	1058	schwach sauer	11,36	3,63	0,28	0,53	0,63
3)	265	1053	—	13,49	3,63	0,28	0,53	0,63
4)	—	—	—	—	3,63	0,28	0,53	0,63
5)	358	1047	sauer	15,82	3,63	0,28	0,53	0,63
6)	195	1055	sauer	—	3,63	0,28	0,53	0,63
	—	—	—	—	21,80	1,69	3,18	3,78

In 100 g trockenem Koth waren enthalten:

Stickstoff	7,77
Fett (Aetherextrakt)	14,57
Asche	17,33

Es werden demnach im Mittel im Tag 13,01 g Stickstoff eingeführt, und dagegen im Harn 12,83, im Koth 0,28, im Ganzen also 13,11 g Stickstoff ausgeschieden. Der Hund war daher mit der zugeführten Eiweissmenge nahezu im Gleichgewichtszustande.

Die Ausnützung des Rindfleisches mit Schmalz im Darmkanal des Hundes stellte sich folgendermassen:

	resorbirt in %	im Koth in %
Trockensubstanz	96,6	3,4
Stickstoff	97,8	2,2
Fett	97,2	2,8
Asche	85,7	14,3

Der Vergleich der procentigen Ausnützung des Fischfleisches und Rindfleisches im Darm des Hundes ergibt:

	Fischfleisch	Rindfleisch
Trockensubstanz	3,2	3,4
Stickstoff	1,6	2,2
Fett	3,0	2,8
Asche	14,1	14,3

Bei der grossen Uebereinstimmung dieser Werthe darf man wohl den Schluss ziehen, dass die Bestandtheile des Fischfleisches im Darmkanale des Hundes ebenso gut ausgenützt werden wie die des Rindfleisches.

Im Tag befinden sich im Koth nach Aufnahme von Fischfleisch nur 0,22 g, nach Aufnahme von Rindfleisch nur 0,28 g Stickstoff. Auch diese geringe Stickstoffmenge rührt ganz oder wenigstens zum grössten Theil von den Residuen der in den Darm ergossenen Verdauungssäfte etc. und nicht von der Nahrung her

H. Rieder[1]) hat an dem nämlichen Hunde, der zu meinen Versuchen diente, die Menge des bei Hunger und bei Zufuhr von stickstofffreiem Futter im Koth enthaltenen Stickstoffs bestimmt. Es ergab sich für den Tag:

	in der Nahrung		im Koth	
	feste Theile	Stickstoff	feste Theile	Stickstoff
beim Hunger	—	—	1,32	0,094
bei 70 Stärkemehl	66	—	3,04	0,11
bei 140 Stärkemehl	130	—	5,95	0,22
bei 200 Rindfleisch	48	6,8	2,18	0,16
bei 375 Rindfleisch	106	13,0	3,63	0,28
bei 500 Fischfleisch	105	13,6	3,31	0,22
bei 500 Rindfleisch	120	17,0	3,30	0,24

Daraus ist ersichtlich, dass höchstens ein ganz geringer Theil des Stickstoffs des Kothes von dem Futter abstammen kann. Beim Hunger scheidet das Thier im Koth schon die Hälfte des bei reichlichster Fleischaufnahme abgesonderten Stickstoffs aus und bei Aufnahme von viel stickstofffreier Substanz ebensoviel wie bei Aufnahme des stickstoffreichen Fleisches. Voit hat gezeigt, dass von einem reichlich mit Fleisch gefütterten Hunde dreimal mehr trockene Galle erzeugt wird als vom hungernden Hunde. Wenn nun bei meinen Versuchen das Thier bei Fütterung mit viel Fleisch auch dreimal mehr Stickstoff im Koth entleert wie beim Hunger, so ist dadurch abermals erwiesen, dass dabei der Stickstoff der Verdauungssäfte den im Koth enthaltenen Stickstoff deckt.

---

1) H. Rieder, Zeitschr. f. Biol. 1884 Bd. 20 S. 378.

Bei Zufuhr gleicher Mengen von Trockensubstanz erweisen sich für den Hund das Fischfleisch und das Rindfleisch in Beziehung der Verhütung des Eiweissverlustes vom Körper und daher wohl auch in Beziehung der Verhütung des Fettverlustes vom Körper als äquivalent.

2. Versuche am Menschen.

Diese Versuche wurden an einem gesunden kräftigen Manne, einem Studierenden der Medizin (Dr. Rdr.) von 79 k Körpergewicht angestellt.

Die Nahrung bestand im wesentlichen aus dem Muskelfleisch vom Rinde oder vom Schellfisch unter Zusatz von Butter, Salz und etwas Gewürze. Ausserdem wurden als Getränke Wasser, dann auch Bier, Wein, Kaffee und etwas Branntwein aufgenommen, um die sonst zu einförmige Kost durch diese Genussmittel zu einer schmackhafteren zu machen.

Zur Abgrenzung des auf die Versuchsreihe treffenden Kothes wurde einen Tag vor Beginn und einen Tag nach Schluss der Reihe Milch (1250 cc) mit Käse (250 g) aufgenommen, wodurch bekanntlich ein weisser, ziemlich fester Koth zum Vorschein kömmt, der eine scharfe Abtrennung ermöglichet.

a) Versuch mit Fischfleisch.

14—17. Januar 1883.

Der Fisch wurde mit etwas Essig, oder mit Salz, oder mit beiden gekocht und dann unter Zusatz von Butter, von 70 cc Essig, 14 cc Worcestersauce und etwas Salz verzehrt [1]).

1) Leider war der Mann nicht im Stande Alles für ihn Gekochte zu verzehren. Das nicht Verzehrte, 12,8 g trocken betragend, wurde gesammelt, analysirt und dann in Abzug gebracht. Das nicht Verzehrte enthielt in 100 g getrockneter Substanz:

Stickstoff	12,17
Eiweiss (N × 6,25)	76,06
Fett (Aetherextrakt)	5,44
Asche (mit Kochsalz)	25,88

In den Einnahmen wurden dem Körper zugeführt:

Nahrung							im verzehrten Fischfleisch					in der Butter
Fischfleisch		Butter	Wein	Bier	Kaffee		feste Theile	Stickstoff	Eiweiss	Fett	Asche	Fett
1) Morgens 500,0 Mittags 700,0 Abends 346,7	1546,7	25,0	700	1250	—		296,4	45,6	285,0	5,56	18,2	29,6
2) Morgens 500,0 Mittags 700,0 Abends 347,2	1547,2	32,9	700	1250	200		296,4	45,6	285,0	5,56	18,2	29,6
3) Morgens 500,0 Mittags 700,0 Abends 350,1	1550,1	33,5	700	1250	200		296,4	45,6	285,0	5,56	18,2	29,6
vorgesetzt	4644,0	91,4	2100	3750	400		901,9	138,4	865,2	16,7	55,3	89,4
nicht verzehrt	—	—	—	—	—		12,8	1,6	10,2	—	0,6	0,7
verzehrt	—	—	—	—	—		889,1	136,8	855,0	16,7	54,7	88,7

In 100 g Schellfischmuskel waren enthalten:

Wasser	80,58
feste Theile	19,42
Stickstoff	2,98
Eiweiss (N × 6,25)	18,63
Fett (Aetherextrakt)	0,36
Asche	1,19

In 100 g Butter sind 2,22 g Wasser und 97,78 g feste Theile oder Fett.

In dem Harn und in dem Koth fanden sich:

im Harn				im Koth				
ccm	spec. Gew.	Reaction	Stickstoff	frisch	feste Theile	Stickstoff	Fett	Asche
1) 2870	1021	deutlich sauer	39,31	57,8	15,97	0,93	3,16	4,1
2) 2745	1023	sauer	45,14	57,8	15,97	0,93	3,16	4,1
3) 2433	1026	—	47,77	57,8	15,97	0,93	3,16	4,1
8048	—	—	132,22	173,3	47,90	2,8	9,5	12,3

In 100 g Koth waren:

	frisch	trocken
Wasser	72,34	—
feste Theile	27,66	—
Stickstoff	1,60	5,78
Fett	5,46	19,74
Asche	7,10	25,67

Die im Bier, Wein, Kaffee, Essig, in der Worcestersauce und im Kochsalz enthaltenen Bestandtheile sind bei der Berechnung der in den Körper eingeführten Stoffe vorläufig unberücksichtigt geblieben, da sie keine wesentliche Menge derselben enthalten. Nimmt man selbst an, dass das Münchener Bier 0,4 % eiweissartige Stoffe enthält, d. h. dass aller Stickstoff des Bieres in Eiweiss sich vorfindet, dann wären in 3750 cc Bier 15,0 g Eiweiss, welche nur 1,7 % der 855,0 g Eiweiss im Schellfisch ausmachen. In dem getrunkenen weissen Wein sind, nach dem Stickstoffgehalt (0,032 %) berechnet, höchstens 4,9 g Eiweiss; im Bier und Wein also 19,9 g (= 3,2 g Stickstoff). Da der Stickstoff der stickstoffhaltigen Stoffe des Bieres und des Weines wohl fast ganz in den Harn übergeht, so werden dadurch die Zahlen für das aus dem Fischfleisch verdaute und resorbirte Eiweiss nicht berührt.

Dagegen könnte er von Einfluss sein auf die Grösse der Stickstoffzufuhr und Abgabe, weshalb der Stickstoff jener Getränke dabei Beachtung finden wird.

Aus den obigen Zahlen ist ersichtlich, dass von den im Mittel im Tag im Fischfleisch zugeführten 45,6 g Stickstoff (mit dem im Bier und Wein 46,6 g), 44,07 g im Harn und 0,93 g im Koth, d. i. 45,0 g im Ganzen wieder zum Vorschein kamen. Der Mensch befand sich daher mit der höchst beträchtlichen Menge Eiweiss (täglich 285 g) fast im Gleichgewichtszustande, nur wenig davon, 10 g, kam am Körper zum Ansatz.

Die Ausnützung des Fischfleisches im Darmkanale des Menschen war demnach folgende:

	resorbirt in %	im Koth in %
Trockensubstanz	95,1	4,9
Stickstoff	98,0	2,0
Fett	91,0	9,0
Asche	77,5	22,5

b) Versuch mit magerem Rindfleisch.
31. Januar bis 3. Februar 1883.

Das bei diesem Versuche verzehrte magere Rindfleisch enthielt nahezu die gleiche Menge Trockensubstanz, wie die Fischfleischportion

in dem vorhergehenden Versuche. Zum Frühstücke wurde das Fleisch gesotten genommen, Mittags gebraten und Abends gehackt. Ausserdem kamen wieder zur Verwendung, Bier, Wein, etwas Branntwein (5—6 cc im Tag) und Kaffee; dann noch 31,4 g Kochsalz in drei Tagen.

Es wurden aufgenommen:

Nahrung							im Rindfleisch					in der Butter
Rindfleisch		Butter	Wein	Bier	Kaffee		feste Theile	Stickstoff	Eiweiss	Fett	Asche	Fett
1. Morgens 200 Mittags 600 Abends 400	1200	30	—	1250	200		291,2	38,5	240,8	32,0	13,3	29,3
2. Morgens 200 Mittags 600 Abends 400	1200	30	565	1250	200		291,2	38,5	240,8	32,0	13,3	29,3
3. Morgens 200 Mittags 600 Abends 400	1200	30	170	1250	200		291,2	38,5	240,8	32,0	13,3	29,3
	3600	90	733	3750	600		873,7	115,6	722,5	96,1	40,0	88,0

In 100 g Rindfleisch fanden sich:

Wasser	75,73
feste Theile	24,27
Stickstoff	3,21
Eiweiss (N × 6,25)	20,06
Fett (Aetherextrakt)	2,67
Asche	1,11

Im Harn und im Koth wurden entfernt:

	im Harn				im Koth				
	ccm	spec. Gew.	Reaction	Stickstoff	frisch	feste Theile	Stickstoff	Fett	Asche
1)	2024	1026	sauer	33,74	62,3	13,8	0,97	3,17	2,86
2)	2510	1025	sauer	39,58	62,3	13,8	0,97	3,17	2,86
3)	1922	1026	sauer	38,23	62,3	13,8	0,97	3,17	2,86
	6456	—	—	111,55	186,8	41,5	2,90	9,50	8,60

In 100 g Koth waren:

	frisch	trocken
Wasser	77,88	—
feste Theile	22,20	—
Stickstoff	1,56	7,03
Fett	5,09	22,93
Asche	4,61	20,77

Zunächst ergibt sich, dass von den im Mittel täglich in dem Rindfleisch aufgenommenen 38,5 g Stickstoff, (39,38 g mit Bier und Wein) im Harn 37,18 und im Koth 0,97 g wieder erschienen, im Ganzen also 38,15 g Stickstoff abgeschieden wurden.

Der Körper des Menschen befand sich daher abermals mit dem dargereichten Eiweiss nahezu im Gleichgewichtszustande, denn es kamen täglich nur 8 g Eiweiss in ihm zur Ablagerung.

Die Verwerthung des Rindfleisches im Darmkanale des Menschen stellte sich folgendermaassen:

	resorbirt in %	im Koth in %
Trockensubstanz	95,7	4,3
Stickstoff	97,5	2,5
Fett	94,8	5,2
Asche	78,5	21,5

Vergleicht man die procentige Ausnützung des Fischfleisches und des Rindfleisches im Darmkanale des Menschen, so erhält man unausgenützt im Koth:

	Fischfleisch	Rindfleisch
Trockensubstanz	4,9	4,3
Stickstoff	2,0	2,5
Fett	9,0	5,2
Asche	22,5	21,5

Es werden also auch im menschlichen Darm die Bestandtheile des Fischfleisches ebenso gut ausgenützt wie die des Rindfleisches. Nur die Resorption des Fettes stellt sich beim Rindfleisch etwas günstiger; dies rührt davon her, dass beim Rindfleischversuch im Ganzen täglich 59 g Fett aufgenommen wurden, beim Fischfleischversuch aber nur 35 g und von der grösseren Menge Fett stets verhältnissmässig mehr resorbirt wird.

Bei den früheren Ausnützungsversuchen von M. Rubner[1]) ergab sich nach Aufnahme von fettarmem gebratenem Rindfleisch als Abgang im Koth, in Procent ausgedrückt:

	bei 1172 g Fleisch	bei 1435 g Fleisch
Trockensubstanz	5,6	4,7
Stickstoff	2,8	2,5
Fett	17,2	21,1
Asche	21,2	15,0

Diese Werthe stimmen mit den bei meinen beiden Versuchen erhaltenen gut überein, nur wird das Fett bei Rubners Versuchen noch schlechter verwerthet als bei den meinigen. Der Grund hiervon ist der, dass hier in dem verzehrten Fleisch noch weniger Fett eingeführt worden ist, nämlich täglich nur 23,9 und 20,9 g; bei geringen Fettmengen in der Nahrung wird relativ mehr Fett unresorbirt gelassen und treten auch die aus den Verdauungssäften und Ausscheidungen in den Darm stammenden fettartigen Stoffe mehr in den Vordergrund.

Auch die bei meinem Fleischversuch am Menschen im Tag im Koth befindlichen 0,93 und 0,97 g Stickstoff stammen nur zum kleinen Theil von dem verzehrten Fleisch ab, sie rühren zum grössten Theil aus den Residuen der Verdauungssäfte her, wie bei den Versuchen am Hunde. Bei den schon erwähnten Versuchen von H. Rieder am Menschen mit stickstofffreier Kost, welche an demselben Manne I angestellt worden waren, wie die meinigen, war die Stickstoffausscheidung im Koth kaum anders als bei Aufnahme von viel Fleisch, denn es ergaben sich für den Tag:

	Nahrung		Koth	
	feste Theile	Stickstoff	feste Theile	Stickstoff
Rieder Mann I bei 90 Stärke, 40 Zucker, 30 Fett	159	—	15,4	0,87
Rieder Mann II bei 100 Stärke, 30 Zucker, 30 Fett	147	—	13,4	0,78
Rieder Mann I bei 300 Stärke, 120 Zucker, 89 Fett	485	—	13,4	0,54

1) M. Rubner, Zeitschr. f. Biol. 1879 Bd. 15 S. 115.

	Nahrung		Koth	
	feste Theile	Stick-stoff	feste Theile	Stick-stoff
Rubner Mann III bei 1172 Rindfleisch	306	39,8	17,1	1,12
Rubner Mann III bei 1435 Rindfleisch	367	48,8	17,2	1,20
Atwater Mann I bei 1200 Rindfleisch	321	38,5	13,8	0,97
Atwater Mann I bei 1548 Fischfleisch	326	45,1	16,0	0,93

Man ersieht daraus klar, dass die Stickstoffaufnahme in gar keinem Verhältniss zur Stickstoffabgabe im Koth steht.

Da die Zahlen der Stickstoffausscheidung im Koth ganz gleich ausfallen, ob Fischfleisch verzehrt worden ist, oder Rindfleisch in gesottenem oder gebratenem Zustande, so erkennt man auch, dass es für die Ausnützung im gesunden Darmkanale gleichgültig ist, in welcher Form das Fleisch ihm geboten wird.

Das bei meinen vergleichenden Versuchen über die Ausnützung des Fisch- und Rindfleisches am Menschen erhaltene Resultat ist auch deshalb von Bedeutung, weil es zeigt, dass das Fischfleisch in gleichen Mengen Trockensubstanz gereicht, den nämlichen Nährwerth besitzt wie das magere oder von Fett befreite Rindfleisch, beide sind in dieser Beziehung äquivalent. Es lässt sich daher das Fischfleisch vortrefflich als Eiweissträger zu den stickstoffarmen Nahrungsmitteln, z. B. zu Kartoffeln, zur Herstellung einer richtigen Nahrung für das Volk verwerthen, und es kann nicht genug darauf aufmerksam gemacht werden, wie wichtig in dieser Beziehung die Hebung der Seefischerei ist. Selbstverständlich ist es wohl, dass das fettarme Fischfleisch nicht den gleichen Werth besitzt, wie das fette Fleisch des gemästeten Rindes. Mit dem fetten Rindfleisch allein wäre wohl eine Ernährung des Menschen denkbar, jedoch kaum mit dem fettarmen Fischfleisch; zu ersterem ist weniger Stärkemehl hinzuzusetzen, um es zu einer guten Nahrung zu machen, als zu letzterem.

Wo wird der Schluckreflex ausgelöst?

Von

N. Wassilieff.

(Assistent am physiologischen Instistute der Universität Bern.)

Die Lehre vom Schlucken hat eine sonderbare Wandlung durchgemacht.

Von der Mystik des Platonischen Thau's und der Hippokratischen Flüssigkeitsaspiration lenkte die reale physiologische Anatomie die Schlucklehre auf dem umständlichen Weg des peristaltisch sich schnürenden Nahrungsschlauches. Dann tauchte die Aspirationslehre wieder auf, bis uns die letzten Untersuchungen die Einfachheit des Hauptactes kennen lehrten. Bis in die neueste Zeit dominirte in den Lehrbüchern der Physiologie die Heuermann-Magendie-sche Theorie, wonach der Schluckvorgang in drei Hauptacte zerlegt wurde[1]). Wenig beachtet wurde die Moura-Arloing'sche Theorie[2]), welche der letzten Erkenntniss um einen Schritt näher stand, indem von ihr das Schlucken nicht in drei sondern in zwei Abschnitte zerlegt wurde — „le temps bucco — pharygien et le temps oesophagien."

Im Anfange der 80er Jahre erschien eine Reihe von Mittheilungen und Arbeiten: Früchte von Untersuchungen, die unter Leitung des Herrn Professor Kronecker ausgeführt waren, wonach uns der Schluck als eine „einfache, kurze Handlung", „Schluckbewegung

1) Heuermann sagt: „Man kann die Niederschluckung gar füglich in drei verschiedene Hauptstücke abtheilen, nämlich einmal, wann die Speisen aus dem Munde in den Schlund gebracht werden, 2. da sie ferner aus dem Schlunde in den Magenhals getrieben, und durch diesen 3. in den Magen selbst geführt werden. S. Heuermann Physiologie Bd. III Copenhagen und Leipzig 1758. S. 392.

2) Arloing, Déglutition Dictionnaire encyclopédique des sciences médicales de Dechambre Paris, Masson 1880.

in einem Acte", nachgewiesen wurde, dem eine Reihe von wesentlichen Nachbewegungen folgt, durch welche flüssige und feste Speisen in den Magen befördert werden [1]).

Es ist hier nicht der Ort, weder die Entwickelung der Lehre vom Schlucken noch die Kritik der bezüglichen Theorien zu erörtern.

Der Mechanismus des Schluckens sowie die älteren Anschauungen über denselben sind ja auch schon in dem oben angeführten Vortrage des Herrn Professors Kronecker zusammengestellt worden.

Hier genüge eine knappe Darstellung unserer heutigen Erkenntniss vom Schluckmechanismus.

Die Schluckbewegung erfolgt in einem Acte. Dieser Act besteht in einem Schleudern des Schluckes (Flüssigkeit oder breiige

---

1) Diese Veröffentlichungen sind:

Falk und H. Kronecker. Ueber den Mechanismus der Schluckbewegung. Verhandlungen d. physiologischen Gesellschaft zu Berlin 1880 13. Du Bois-Reymond's Archiv 1880. S. 296.

S. Meltzer. Die Bedeutung des M. mylohyoideus für den ersten Act der Schluckbewegung. Verhandl. d. physiol. Ges. Berlin. Du Bois-Reymond's Archiv. 1880. S. 299.

S. Meltzer. Ueber die Vorgänge beim Schlucken. Verhandl. d. physiol. Ges. Du Bois-Beymonds Arch. 1880. S. 446.

H. Kronecker und S. Meltzer. Ueber den Schluckmechanismus und dessen nervöse Hemmungen. Monatsber. der k. Akad. der Wissensch. zu Berlin 24. Jan. 1881.

H. Kronecker und S. Meltzer. On the Propagation of inhibitory excitation in the medulla oblongata.

Proceedings of the Royal Society 18. Oct. 1881. Nr. 216.

S. Meltzer. Schluckgeräusche. Centralbl. f. d. medicinische Wissensch. 1883. Nr. 1.

S. Meltzer. Die Irradiationen des Schluckcentrum und ihre allgemeine Bedeutung. du Bois-Reymond's Archiv f. Physiologie. 1883.

H. Kronecker und S. Meltzer. Der Schluckmechanismus, seine Erregung und seine Hemmung. Du Bois-Reymond's Archiv 1883. Supplementbd.

T. von Openchowski (aus H. Kroneckers Abth. des physiol. Instituts zu Berlin). Ueber die Innervation der Kardia durch die Nn. pneumogastrici Centralbl. f. d. med. Wiss. 1883 Nr. 31.

H. Kronecker. Die Schluckbewegung. Vortrag, gehalten in der Gesellsch. für Heilkunde.

Deutsche medicin. Wochenschrift 1884 S. 16—24.

S. Meltzer. Zu den Schluckgeräuschen. Berl. Klin. Wochenschr. 1884. Nr. 30.

Masse) „mit grosser Geschwindigkeit und unter relativ hohem Drucke zur Kardia". Bei diesem Hauptact wirkt die Pharynxmusculatur nicht mit, ebensowenig der Oesophagus. Der ganze Schlauch contrahirt sich erst, abschnittweise, wenn der Schluck bereits an die Kardia gelangt ist. Als Hauptmotor des Schluckes erkannte Meltzer die Muskelgruppe der Mylohyoidei.

Auf folgende Weise beschreibt er die Wirkung dieser Gruppe: „Durch das Andrücken der Zungenspitze an den Gaumen wird der Ausgang nach vorn abgesperrt; darauf contrahiren sich die Mm. Mylohyoidei, wodurch die Schluckmasse unter hohen Druck gestellt und nach der Seite des mindesten Widerstandes, das heisst nach hinten, verdrängt wird. Fast zu gleicher Zeit beginnen auch die Mm. hyoglossi sich zu contrahiren und bewirken — namentlich auf denjenigen Partien derselben, welche sich an die Zungenbeinhörner ansetzen — dass die freie Fläche der Zungenwurzel, welche in der Ruhelage nach oben und hinten gerichtet ist, jetzt nach hinten und unten sich auf den Kehldeckel legt und diesen somit schon mechanisch schliesst. Die hierdurch erzielte schnelle Verengung des Raumes zwischen den Mylohyoidei und dem Gaumen erhöht daselbst schnell den Druck. So werden nun flüssige und weiche Speisen durch die ganze Schluckbahn bis zum Magen hinabgespritzt, bevor Contractionen der Pharynx- und Oesophagusmuskeln sich geltend machen können. Speisereste, die etwa an den Pharynxwänden hängen bleiben, werden durch die nachfolgende Zusammenziehung der Constrictoren nachgespritzt, entsprechend der langsamen Contractionsart dieser Muskeln" [1]).

So sind hiernach auch die Muskelmechanismen, die sich auf dem ganzen Speisewege zum Magen finden, nur zur Reserve angelegt. Mit jeder Erregung zur Bewegung des ersten Abschnittes der Schluckbahn (besonders der Mylohyoideus Gruppe) wird eine Hemmung der tieferen Abschnitte eingeleitet.

So klar der Schluckmechanismus in den einfachen graphischen Darstellungen, welche Meltzer an sich selbst gewonnen, sich ausprägte, so dunkel sind unsere Vorstellungen von den nervösen

1) Kronecker und Meltzer du Bois-Reymond's Arch. 1883 Suppl. S. 337.

Leitungswegen der mannigfachen Erregungen und Hemmungen. Der Trigeminus und der Vagus stehen den Bewegungen vor, der Glossopharyngeus vermittelt die Hemmung. Viel mehr wissen wir nicht. Ja selbst die Pforte des Schluckweges liegt im Dunkel.

Die Aufgabe, welche ich auf Anregung und unter Leitung von Professor H. Kronecker zu lösen versucht habe, war: zu ermitteln, an welchen Orten und durch welche Nerven der Schluckact ausgelöst wird.

Dass das Schlucken ein Reflexvorgang ist, war längst allgemein anerkannt. „Neque enim in arbitrio nostro est non deglutire, quae pone linguam in summas fauces illapsa sunt", sagt Haller [1]). Um zu zeigen, wie weit unser Wille an dem Schluckacte betheiligt ist, empfiehlt Magendie folgendes Experiment: „Man versuche 5 oder 6 Schlucke hintereinander zu machen, in denen man den im Munde angesammelten Speichel zu schlucken beabsichtigt. Der erste und auch der zweite Schluck werden sich leicht machen lassen, der dritte wird schwerer sein, denn es wird nur noch wenig Speichel zur Verfügung bleiben, der vierte Schluck wird nur nach einer gewissen Zeit ausgeführt werden können, wenn neuer Speichel secernirt ist; endlich der fünfte und sechste werden unmöglich sein, weil kein Speichel mehr disponibel ist".

Man wird sich erinnern, wie schwer Schlucke auszuführen sind, wenn Mund und Rachen wenig oder gar nicht befeuchtet sind [2]). „An geheimnissvollen Stellen im Rachenraume wird ein Bissen oder ein Schluck Wasser unserem Willen entzogen und folgt nunmehr den reflectorisch wirkenden Kräften ebenso unbewusst beim überlegenden Menschen, wie beim unbedachten Thiere, im Schlafe, bei bewusstlos gemachten Wesen, wie auch im embryonalen Zustande. Der reife Embryo schluckt in gleicher Vollkommenheit wie der erwachsene Mensch [3])."

Sicherlich ist das Schlucken kein willkürlicher Act. Volkmann's Satz: „Die Schluckbewegung ist keine nothwendige Folge

---

1) A. de Haller. Elementa physiologiae Tom VI p. 91.

2) Magendie. Précis élémentaire de physiologie. Paris 1825 Bd. 2 S. 72.

3) Burdach's Physiologie als Erfahrungswissenschaft. 1840 Bd. 6 S. 161

des Reizes, welchen der Bissen ausübt" wird wohl heute kaum mehr vertreten.

Nun fragt es sich, wo ist die Stelle, von wo der Reflex, die Schluckbewegung ausgelöst wird?

„Es gewährt ein grosses Interesse," sagt Marshall Hall, — „zu beobachten, wie in selbst nahe an einandergrenzenden Gebieten sensible Reizung verschiedene Reflexwirkung äussert. Auf die Reizung sensibler Vagusfasern in der Glottis folgt Husten, auf die der sensiblen Vagusfasern im Schlunde — Schlingbewegung, auf die Reizung der sensiblen Fasern des Glossopharyngeus in der Zungenwurzel und im Gaumensegel — Würgen." Volkmann wendet dagegen ein: „Reizung der Vagus, selbst an den Wurzeln desselben bringt plötzliche und kräftige Contractionen in der ganzen Länge der Speiseröhre hervor, aber keine Bewegung, welche der peristaltischen im Entferntesten gliche. Dies, und die Erfahrung, dass Thiere mit durchschnittenen Vagi noch schlucken und fressen, sind schon deutliche Fingerzeige, dass die Schluckbewegungen des Oesophagus von diesen Nerven nicht abhängen".

Nur eine neuere Arbeit habe ich gefunden, welche unsere Frage zu beantworten bestimmt war: Es ist die Untersuchung von A. Waller und J. L. Prevost: Études relative aux nerfs sensitifs qui président aux phénomènes réflexes de la déglutition [1]).

In wieweit die Resultate dieser eingehenden, sorgfältigen Untersuchung mit den meinigen übereinstimmen, werden wir bei Besprechung der einzelnen Bezirke der Schluck-Innervation sehen.

Ich habe längere Zeit ohne Erfolg im eigenen Munde und Rachen diese schluckauslösende Stelle zu finden versucht. Die Berührung mehrerer Partien veranlasst Brechbewegungen, nur selten und unsicher Schluckbewegungen.

Von gewissen Stellen sind schluck*vorbereitende* Bewegungen auszulösen. So habe ich z. B. bei diesen Selbstuntersuchungen eine reflectorische Zusammenziehung der Zungenmuskulatur ermitteln können, welche bei der Berührung gewisser Partien der Zungen-

1) Archives de Physiologie normale et pathologique. 1870. Vol. III p. 185 ff. und ib. p. 343 ff.

oberfläche und des harten Gaumens stattfindet, und welche zu gleicher Zeit der Formung des Bissens, wie auch zu seiner Führung in den Pharynx dienstbar sein mag [1]).

Es gelang mir bis jetzt nicht im menschlichen Schlunde einen Ort zu finden, dessen mechanische, chemische oder elektrische Reizung Schlucken erregte, etwa so wie Reiz des Naseneingangs Niesen verursacht oder Berührung der Glottis Husten. Es machte mir den Eindruck, als ob beim Schlucken vorbereitende Bewegungen den bei ruhender Rachenstellung versteckten Angriffsort für die normalen Reize erst zugänglich machten.

So blieb mir zur Lösung der gestellten Frage nur die vivisectorische Untersuchung übrig. Diesen Weg hatten schon vor 16 Jahren Waller und Prevost betreten. In ihren Beobachtungen des Schluckens gehen diese Autoren oft von Voraussetzungen aus, welche in jener Zeit galten, aber heute nicht mehr berechtigt sind. So z. B. nehmen Waller und Prevost die Contractionen der Oesophagus als Merkmale für den Schluck. Wir wissen jetzt, dass Oesophaguscontractionen auch ohne Schluck erfolgen, wie auch umgekehrt nicht nothwendig nach jedem Schlucke solche Contractionen zu Stande kommen. Auch die Kardia kann sich ohne Schluck zusammenziehen. Ein Theil von meinen Experimenten war vollendet, bevor ich die Arbeit von Waller und Prevost zu Gesicht bekommen habe. Ich fand, wie wir bald sehen werden, eine Reihe meiner Beobachtungen in erfreulicher Uebereinstimmung mit denjenigen der genannten Autoren.

Bedeutung des N. laryngeus sup. für den Schluckact.

Bidder und Blumberg zeigten, dass durch Reizung des centralen Endes von N. laryngeus sup. Schluckbewegungen ausgelöst werden [2]).

Ich machte folgendes Experiment.

---

1) Ueber eine localisirte reflectorische Bewegung der Zunge. Centralblatt f. d. med. Wissenschaften 1886 Nr. 12.

2) Reichert und du Bois-Reymond's Archiv 1865 S. 492.

Experiment I.

Die N. Laryngei sup. eines Kaninchens werden auf die Elektroden genommen. Reizung derselben durch Wechselströme eines Schlitteninductoriums bewirkte regelmässig Schluckbewegung. Die Laryngei werden durchschnitten, so dass die centralen Enden auf den Elektroden bleiben. Jeder Reizung folgt Schluckbewegung. Durch ein Glasrohr flösste ich dem Thiere eine Portion Wasser ein: — Schluck. Es wird ein 5 mm langes Stück von diesen Nerven ausgeschnitten, die Wunde desinficirt und vernäht. Das Kaninchen bleibt am Leben, schluckt seine Nahrung mühelos. Stirbt 12 Tage später an Schluckpneumonie.

Gleiche Erfahrung hatten Waller und Prevost gemacht. Bei ihnen lebte und schluckte solches Kaninchen mehrere Monate, obwohl es immer beim Einnehmen von flüssiger Nahrung hustete. Es starb erst in Folge neuer eingreifender Operation (Trigeminus Durchschneidung.) Dasselbe Experiment, aber mit etwas anderen Resultaten, haben die beiden Autoren an einer Katze gemacht. Die chloroformirte Katze antwortete nicht mit Schlucken auf die Reizung der centralen Enden des Laryngeus sup. Erst als das Thier aus der Narkose erwacht war, beantwortete es jede Laryngeus-Reizung mit Schluckbewegung. (Waller und Prevost Exp. II.)

Es ergibt sich das Resultat: Die Reizung von Laryngeus sup. löst regelmässig die Schlucke aus, seine Vernichtung hat keinen Einfluss auf das Schlucken.

Waller und Prevost geben ihrem Erstaunen hierüber folgenden Ausdruck: En voyant la facilité avec laquelle on provoque la déglutition par l'exitation du nerf laryngé sup. ou de ses ramification, on est étonné que la section de deux laryngés sup. ne produise pas un plus grand trouble dans la fonction de déglutition. La deglutition semble en effet être à peine gênée par cette opération et chez le lapin nous n' avons jamais observé aucun trouble consecutif à la section des laryngés"[1]).

M. Schiff sagt in seinen „Leçons sur la physiologie de la digestion", dass, „da die Basis der Zunge und Gaumen die ersten

1) a. a. O. p. 344.

Punkte sind, deren directe Reizung die Schluckbewegung zu Stande bringt, es natürlich schien, in dem neunten Paare die ersten Wege der Reflexbewegung zu suchen. Aber die Experimente zeigten keinen Einfluss dieser Nerven auf die Schluckbewegung [1])".

Ich machte folgendes

Experiment II

an einem Kaninchen. Es wird das neunte Paar aufgesucht und auf die Elektroden gelegt. Reizung — keine Schluckbewegung.

Bei diesem Kaninchen wurden die Glossopharyngei und Laryngei superiores ausgerissen. Es wird eine Portion Wasser mittels Glasrohr in das Maul gegossen — Kaninchen schluckt.

Die Operation wurde aseptisch gemacht und die Wunde geschlossen.

Kaninchen bleibt am Leben, frisst, erliegt 19 Tage nach der Operation einer Schluckpneumonie. Oesophagus leer. Der Magen, wie bei Kaninchen üblich, von Nahrung vollgestopft.

Waller und Prevost haben ebenfalls nach Reizung der Glossopharyngei nie Schluckbewegungen gesehen und ziehen den allgemeinen Schluss: Le nerf glossopharyngien ne contribue en rien ches le lapin aux phénomènes réflexes de la déglutition [2]).

Die beiden Autoren behaupten aber, dass man bei Katzen und Hunden durch Reizung der centralen Ende der Glossopharyngei Schluckbewegungen erhalten kann; solche sollen aber nicht regelmässig der Reizung folgen. Uebrigens äussern sich die Experimentatoren auch betreffs der Laryngei sup.: Nous avons été frappés dans nos experiences de la difference de sensibilité que présentent les nerfs laryngés supérieurs suivant l'animal chez lequel on les interoge [3]).

Diese Momente erschweren noch mehr die Aufgabe.

M. Schiff constatirt auch keine Veränderung des Schluckens bei denjenigen Thieren, deren Glossopharyngei ausgerissen worden waren [4]).

---

1) Leçons T. I Florence 1867 S. 334.
2) a. a. O. p. 353.
3) a. a. O. p. 186.
4) a. a. O. S. 334.

Und dennoch ist sowohl der Schiff'sche Schluss: Die Experimente zeigten, dass die in Rede stehenden Nerven „keinen Einfluss auf die Schluckbewegung hatten", als auch die Waller-Prevost'sche: la IXe paire ne contribue en rien chez le lapin, aux phénomènes réflexes de la déglutition, entschieden unrichtig.

Kronecker und Meltzer haben die Entdeckung gemacht, dass der Glossopharyngeus die Schluckbewegung hemmt. Folgendes Experiment veranschaulicht solchen Vorgang.

Experiment III.

Kaninchen.. Ich präparire beiderseits die Nn. laryngei superiores und die Nn. Glossopharyngei und nehme alle vier Nerven auf die Elektroden.

Es werden die Nn. laryngei superiores gereizt — Schluckbewegung.

Es werden gleichzeitig die Glossopharyngei und die Laryngei sup. mit schwachen Inductionsströmen gereizt — die Schluckbewegungen kommen zu Stande, aber entschieden unregelmässiger und später als gewöhnlich nach Reizungen von Laryngei sup. allein. Stärkere elektrische Reize dem neunten Paar applicirt hemmen vollständig den Effect der gereizten Laryng. sup.

Nach Waller und Prevost geben auch die Reizungen von den Laryng. inferiores, wenn auch nicht regelmässig Schluckbewegungen. Ich habe solche nicht gesehen.

Die grosse Rolle, welche im Schluckmechanismus den Mm. Mylohyoidei zukommt, weist darauf hin, dass auch der Nervus trigeminus bedeutsamen Antheil am Schluckvorgange nimmt.

H. Kronecker[1]) sieht in Ludwig's Bemerkung[2]), dass der Mylohyoideus jedesmal nur beiderseitig zusammenziehbar ist, während der Stylo-, Genio- und Hyoglossus, Omo-, Sterno-, Stylo-, Thyreo- und Geniohyoides, Longitudinalis und Transversus linguae, ebensowohl ein- als zweiseitig innervirt werden können, eine Bestätigung des reflectorischen Charakters der Schluckbewegung.

---

1) Schluckbewegung S. 9.

2) Lehrbuch der Physiologie Bd. 1 S. 605.

Waller und Prevost waren auch der Ueberzeugung, dass der N. trigeminus bei dem Schluckvorgange eine wichtige Rolle spielt. Leider ist der Quintus für den Experimentator nicht bequem gelegen. Beiderseitige Durchschneidung der Trigemini war weder beiden Autoren noch mir bei ein paar Versuchen geglückt.

Waller und Prevost hatten einen anderen Weg eingeschlagen. Sie untersuchten den Effect von Reizen, welche direct auf die Schleimhaut der Fauces, des Pharynx und Larynx applicirt wurden. Für diesen Zweck wurde folgende Operation erdacht.

Versuchsthiere waren Kaninchen. Denselben wurde eine Athmungscanüle in die Luftröhre eingebunden. Dann wurden in medianer Linie gespalten: Larynx, Epiglottis, Regio infra und suprahyoidei, Mm. Mylohyoidei, Zunge und Unterkiefer. So wurde die ganze Schleimhaut der ersten Schluckwege freigelegt. Es war ein „breites Feld" für die Studien, und die Experimentatoren bearbeiteten es nicht nur mit mechanischen Reizen, sondern auch mit elektrischen.

Mir schien es Anfangs besonders bedenklich, die Musculi Mylohyoidei zu spalten und somit die wesentlichste Muskelwirkung bei der Schluckbewegung unmöglich zu machen. Wie konnten die Autoren überhaupt die Schluckbewegung sehen? Sie erschlossen dieselbe aus der Welle in dem Oesophagus und aus Contractionen der Kardia. Contractionen des Oesophagus aber können auch ohne Schluck erfolgen, sowie auch umgekehrt, wie wir jetzt wissen, nicht nothwendig jedem Schluck solche Contractionen zu folgen brauchen; und auch die Kardia kann, zumal bei Störungen der Blutcirculation, selbständige Bewegungen ausführen [1]).

Experiment IV.

Zu meinen Untersuchungen bereitete ich die Kaninchen in folgender Weise. In die Trachea band ich eine Athmungscanüle und spaltete sodann nur die Membrana Thyreo-hyoidea und die Epiglottis. Hiermit erreichte ich eine Oeffnung von etwa 1,0 cm im Durchmesser: genügend für die Beobachtungen und Reizungen der Schleimhaut.

1) Kronecker und Meltzer du Bois-Reymond's Arch. Supplementbd. 1883 S. 347. v. Openchowsky a. a. O.

An dieser Stelle sieht man den hinteren Rand des Gaumensegels, welches beim Kaninchen sehr lang (über 3 cm) ist. Etwa 1 cm vorwärts vom flachgewölbten Rande des Velum liegen zur Seite, in den seichten Gaumenbögen, die wenig entwickelten Tonsillen. Hinter dem Gaumensegelrande sieht man den Eingang zur canalförmigen Rachen-Nasenhöhle. Caudalwärts schliesst sich der blasse Pharynx an, der bald überdeckt wird von dem Kehldeckel und dem Kehlkopfe. Von der freigelegten Stelle konnte man mit einer Sonde leicht die Schleimhaut vom Pharynx, vom Oesophaguseingange, Larynx, Cavum pharyngonasale, Velum, Zunge und Palatum molle abtasten.

Ein linsengrosses Schwämmchen, auf eine Sonde gebunden, oder eine Präparirnadel dienten zur mechanischen Reizung der Schleimhaut.

Die Berührungen von verschiedener Intensität, systematisch an die verschiedenen Schleimhautpuncte applicirt, ergaben, dass der Eingang in den Oesophagus, die untere Pharynxwand, die Zunge und der harte Gaumen, sowie auch die Schleimhaut des Cavum pharyngonasale keine Schluckbewegungen auslösen. Auf Berührungen einiger Punkte der Innenwand des Larynx, so z. B. der Schleimhaut der vorderen sowie auch hinteren Seite der Cart. arytaenoideae folgte zuweilen eine Schluckbewegung, aber wiederholtes Betasten war meistens ohne Effect.

Regelmässig und sicher aber wird ein Schluck ausgelöst, wenn man vordere Partien des weichen Gaumens berührt: Von der Mitte der Tonsillen bis zum harten Gaumen in einer Länge von etwa 2 cm und einer Breite von etwa 1 cm erstreckt sich die Schleimhautpartie, von welcher der Schluckreflex ausgelöst wird. Doch ist ein medianer Streifen von 1—2 mm Breite unwirksam.

Auch die leiseste Berührung dieser Partien löst eine ergiebige Schluckbewegung aus. Diese Schluckreflexe scheinen unermüdlich zu sein. Ich habe 50 Schlucke nach einander produciren können. Eine in den Mund eingeführte Erbse wird bei der Berührung dieser Stelle mit grosser Kraft in die angelegte Wunde herausgeschleudert. —

Contraction des Oesophagus und der Kardia folgen einem derart erzeugten Schlucke, wie jedem gewöhnlichen. Es ist ein vielleicht nicht bedeutungsloses Zusammentreffen, dass die knorpelharte Platte, welche sich auf der Basis der Kaninchenzunge findet, ungefähr dieselbe Ausdehnung hat, wie die schluckauslösende Stelle am weichen Gaumen, gegen welche sie wohl gedrückt werden kann.

Experiment V.

Ich habe auch (wie Mosso) eine bohnenförmige Kapsel verschlucken lassen, welche vermittelst eines Fadens, der über eine Rolle lief, mit einem Gewicht von 50 g verbunden war. Bei der Berührung der wirksamen Stelle wurde die Kapsel aus der Mundhöhle durch den Schlund gepresst und das Gewicht aufgezogen.

Sehr eingreifend ist die Wirkung des Cocains auf diese Partie. Starke Lösung von salzsaurem Cocain (ca. 10—20 %) vernichtet für geraume Zeit die Reflexerregbarkeit des weichen Gaumens. Die gröbsten Manipulationen erzeugen dann keine Schluckreflexe.

Experiment VI.

Ein unversehrtes Kaninchen, welchem ich vom Mund aus die betreffende Partie mit Cocainlösung eingepinselt hatte, wurde unvermögend, das in sein Maul gegossene Wasser zu schlucken. Das Wasser blieb am Gaumen stehen. Starker Speichelfluss folgte. Das Kaninchen blieb beinahe 15 Minuten in diesem Zustande.

Ich machte an mir selbst einen ähnlichen Versuch. Um die schluckauslösende Stelle zu anästhesiren, begann ich ein mit concentrirter Cocainlösung getränktes Schwämmchen, das an einem Faden hing, zu verschlucken. Als die Schluckbewegung erfolgte, zog ich das Schwämmchen zurück. Es folgte ein höchst peinlicher Zustand, welcher glücklicherweise nur einige Minuten dauerte. Während dessen war es mir unmöglich, Wasser zu verschlucken. Zugleich erfolgte starker Speichelfluss, so dass ich den Speichel mit den Fingern zu entleeren genöthigt war.

So ist die oben beschriebene Stelle bei den Kaninchen ohne Zweifel die Stelle, von wo normaler Weise der Reflex des Schluckens ausgelöst wird.

Es fragte sich nun, ob dies noch von einer anderen Stelle geschieht.

Waller und Prevost, welche in ihrer erwähnten Arbeit auch unter vielen anderen Partien, von wo der Schluckreflex ausgelöst sein soll, eine „auf dem Niveau der Mandeln liegende Stelle“ angaben, haben bei ihrer Operationsweise beide Trigemini durchschnitten und haben gefunden, „dass die so leicht erregbare Gegend alsbald ihre Reizbarkeit einbüsste“.

Ich habe die Durchschneidung in die Medulla oblongata oberhalb des Athmungscentrum ausgeführt, und die Schluckreflexstelle wurde gelähmt. Und dennoch schluckte das Kaninchen, wenn ich ihm Wasser in das Maul fliessen lies.

Die anderen Stellen, welche Waller und Prevost angeben, mit dem Bemerken: sie wirken nicht sicher und ermüden bald: die Ränder des Kehldeckels, die Schleimhaut, welche die Santorinschen Knorpel bedeckt und andere — habe ich auch als sehr unzuverlässige Schluckauslöser erkannt.

Der Kehlkopfschleimhaut muss aber irgendwo eine regulär schluckauslösende Fähigkeit innewohnen; dafür spricht die von Bidder und Blumberg gefundene Thatsache, dass Reizung der Laryngei superiores regelmässig Schlucke verursacht.

Es schien mir zunächst wichtig, festzustellen, ob die durch Laryngeusreizung hervorgerufenen Schlucke denselben Charakter haben, wie die auf gewöhnlichem Wege erzeugten.

Experiment VII.

Ein Kaninchen wurde tracheotomirt, sodann in den Anfangstheil des Oesophagus ein ⊥ Rohr eingebunden, dessen unterer paariger Schenkel offen blieb, dessen unpaarer Schenkel durch einen Kautschukschlauch mit einer Luftkapsel verbunden wurde, deren Hebel an einer schnellrotirenden berusten Kymographiontrommel die pharyngealen Schluckmarken aufschrieb. Ausserdem werden die Mm. Mylohyoidei durch ein Muskelhäkchen und Faden an die Gummi-

platte einer Luftkapsel gehängt, derart, dass ihre Contraction den Kapselraum erweitert. Diese Kapsel steht durch einen Kautschukschlauch in Verbindung mit einer Luftkapsel, auf der ein Schreibhebel liegt, welcher oberhalb der Pharyngealschreibkapsel seine Marken am rotirenden Kymographioncylinder macht.

Ein Zungenpfeifen — Chronograph [1]) markirt 0,01 Secunden auf den Kymographioncylinder.

Dem Kaninchen wird jetzt ein Schluck Wasser ins Maul gegossen.

Der Contraction der Mm. Mylohyoidei folgt diejenige des Pharynx nach 0,06—0,12″. Die hierauf erfolgende Schluckbewegung der Mm. Mylohyoidei und der Pharynxmuskulatur wird durch folgende Fig. 1 veranschaulicht.

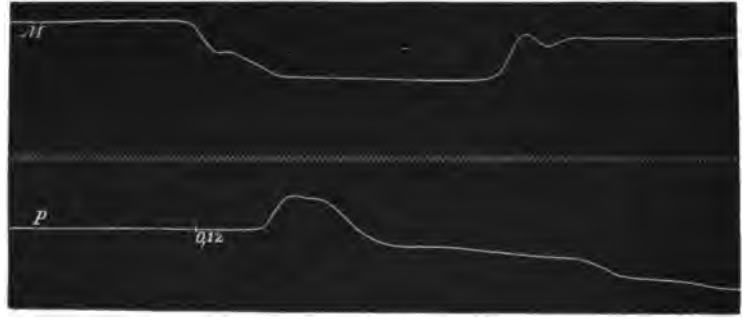


Fig. 1.

Contractionscurven von Mylohyoideus (*M*) und Pharynxmuskeln (*P*) eines Kaninchens, während es einmal Wasser schluckt. Zwischen beiden Curven sind 0,01 Secunden markirt. Die obere (*M*) Curve gibt den Contractionsbeginn durch Senkung des Schreibers, die untere (*P*) durch Hebung desselben an. Zeitdistanz: 0,12 Secunden.

Bei demselben Kaninchen werden die Nn. Laryng. sup. auf die Elektroden genommen. Das Kaninchen bekommt eine Portion Wasser in den Mund und zu gleicher Zeit werden die Nn. Laryngei sup. elektrisch gereizt — Schluck.

---

1) Grunmach Verhandl. d. physiol. Gesellsch. zu Berlin Aug. 1880 du Bois-Reymonds Arch. 1880. S. 438.

Den Effect veranschaulicht Fig. 2.

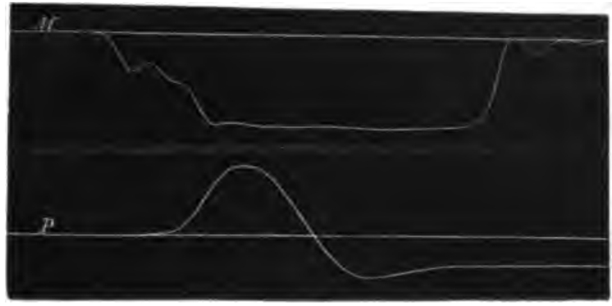


Fig. 2.
Obere Curve (*M*) beschreibt den Contractionsverlauf der Mylohyoideusgruppe. Untere Curve (*P*) die Schnürung der Pharynxmuskulatur nach Laryngeusreizung. Die mittlere Wellenlinie notirt 0,01 Secunden.

Experiment VIII.

Es wird jetzt bei demselben Thiere die Medulla oblongata oberhalb des Athmungscentrum durchtrennt.

Das Thier athmet gut. Versuch ohne künstliche Respiration. Cornea und Schleimhaut der Nase können stark gezerrt werden, ohne dass das Thier reagirt. Reizung der Nn. Laryngei sup. bewirkt Schlucke. Wie aus der Fig. 3 ersichtlich, macht die Mylohyoideus-

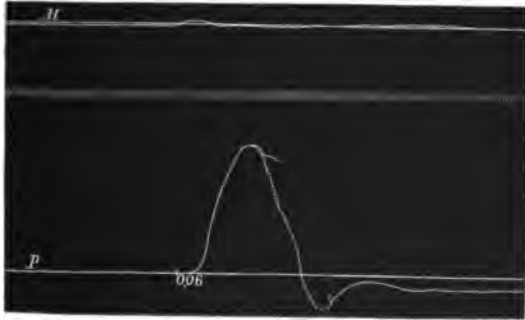


Fig. 3
Schluckverlauf nach Laryngeusreizung, nachdem die Medulla oblongata oberhalb der Alae cinereae durchtrennt worden. Vielleicht sind einige Fasern der Seitenstränge der Durchschneidung entgangen. Die Mylohyoideuscontraction (*M*) ist noch angedeutet. Die Pharynxcontraction (*P*) normal.

muskelgruppe nur ganz schwache Zuckung, während die Pharynxmarke auf eine ergiebige Zusammenziehung des Schlundes schliessen lässt, die 0,06—0,1 nach Beginn der Mylohyoideuscontraction folgt.

In diesem Falle schien die Medulla oblongata nicht vollständig durchtrennt zu sein. Der letzte Theil dieses Experimentes wurde daher an einem anderen Kaninchen wiederholt.

Experiment IX.

Die Anordnung wie vorher.

Die Medulla oblongata wird oberhalb des Athemcentrum vollkommen durchtrennt, wie spätere Section ergab.

Folgende Fig. 4 erläutert die Bewegung des Pharynx eines Kaninchens, das ganz normal athmete und auch in das Maul gegossenes Wasser schluckte, ohne dass es dazu elektrisch gereizt zu werden brauchte, indessen der Mylohyoideus beim Schlucke unthätig blieb.

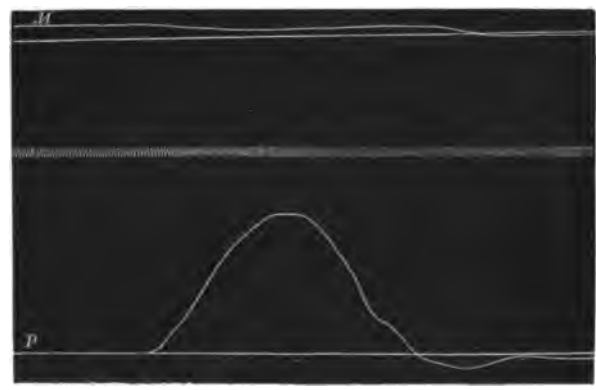


Fig. 4.

Schluckcurve der Pharynx (*P*) eines Kaninchens, dessen Medulla obl. oberhalb der alae cinereae vollkommen durchtrennt worden, dem das Maul mit Wasser gefüllt worden. Der Mylohyoideus (*M*) wird nur passiv gezogen. Die Zeitlinie markirt 0,01 Secunden.

Somit war festgestellt, dass ein Schluck möglich ist, ohne Bethätigung der Mylohyoidei und nach Ausschaltung der oberen schluckauslösenden Partie (am weichen Gaumen).

Es blieb nun übrig zu erforschen, ob die normale Ausschaltung (die Hemmung) der Schluckbewegung durch Reizung der Glossopharyngei ebenfalls die Schluckauslösung zu hemmen vermag.

Experiment X.

Kaninchen. Tracheotomie und Einführung der Trachealcanüle. Das neunte Nervenpaar wird auf die Elektroden genommen, der Kehldeckel und die Membrana Thyreohyoidea gespalten.

Jede Berührung von der oben beschriebenen schluckreflexauslösenden Partie gibt, wie immer, regelmässige Schluckbewegungen.

Jetzt werden die Glossopharyngei gereizt. Hierauf bleibt der Schluck aus, wenn dieselbe Stelle berührt wurde, welche soeben als schluckauslösende sich bewährt hatte. Nur wiederholte Berührungen lösten ab und zu Schluckbewegungen aus, manchmal nur nach 10—20 Berührungen, deren jeder sonst eine reflectorische Schluckbewegung folgte. Stärkere elektrische Reizung der Glossopharyngei lähmte die in Rede stehende Partie, ebenso wie es die früher beschriebene Bepinselung mit Cocainlösung that.

Im weichen Gaumen des Menschen scheinen weder schluckhemmende noch erregende Nerven zu verlaufen.

Wir, H. Kronecker und ich, haben nun noch einige Versuche an uns selbst angestellt, um zu erforschen, ob auch am Menschen die Glossopharyngeusausbreitung[1]) hemmende Wirkung hat. In der That konnten wir durch Reizung der Pharynx mit einem Löffelstiel oder einem Scalpellgriff das Verschlucken einer Flüssigkeit hemmen; bald stellt sich auch Ekel und Brechneigung ein.

Auch durch starke Zusammenziehung der Schlundkopfschnürer kann man die Nervenenden pressen und so den Schluck hemmen. Beim Gurgeln scheint Derartiges zu geschehen.

Die Zungenausbreitung des Glossopharyngeus hemmt den Schluck nicht.

Die Ergebnisse vorstehender Untersuchungen lassen sich in folgende Sätze zusammenfassen:

1. Wenn die Schluckbewegung auch ohne Zweifel reflectorischer Natur ist, so liess sich bei systematischer Berührung und anderen Reizungen einer dem Auge oder Finger zugänglichen Partien der menschlichen Mundhöhle, Isthmus faucium, Zungenbasis, hinteren und

---

1) O. Jacob, Die Verbreitung der N. Glossopharyngeus im Schlundkopf und in der Zunge. München 1873. — Schwalbe, Lehrbuch der Neurologie Erlangen 1881 S. 866.

seitlichen Wände der Pharynx keine Stelle finden, welche diesen Reflex unfehlbar auslöst.

2. Wenn man die mittlere Partie der Zunge bis zur Zungenwurzel, oder die medianen Theile der Schleimhaut des harten Gaumens reibt, so contrahirt sich die Zunge zur Löffelform, wodurch der Bissen gerundet und sein Weg vorgeschrieben wird.

3. Beim Kaninchen wird durch Berührung der vorderen centralen Fläche des weichen Gaumens sehr leicht und präcis eine vollständige Schluckbewegung ausgelöst. Diese empfindliche Partie erstreckt sich zu beiden Seiten der Mittellinie des Palatum molle, in Breite von jederseits 2—5 mm, in Länge von etwa 2 cm, am harten Gaumen beginnend und bis zur Mitte der Tonsillen reichend.

Die mediane Linie in Breite von etwa 1 mm ist nicht reflexauslösend.

4. Die Erregbarkeit des weichen Gaumens wird dauernd zerstört durch Abtrennung der Nn. trigemini, zeitweilig ($^1/_4$ Stunde) aufgehoben durch Cocain.

5. Die Mylohyoidei entwickeln kraftvolle Schluckbewegungen auch beim Kaninchen.

6. Ausser dem weichen Gaumen vermögen andere vom Laryng. sup. innervirte Partien die Schluckbewegung auszulösen. Diese Orte sind aber im Kehlkopf schwer zu bestimmen. Durch sie wird auch beim bis zum Vaguskerne enthirnten Thiere ein regulärer Schluck, ohne Mitwirkung der von motorischen und sensiblen Trigeminusästen versorgten Theile ausgelöst.

7. Die Reizung des Glossopharyngeus wirkt hemmend auf die irgendwie angeregte Schluckbewegung.

8. Beim Menschen wird der Schluckreflex ausgelöst, wenn die Massen hinter das Velum in die Gegend der Tonsillen gedrängt worden. Schlundreizung, auch nur durch Muskelpressung, hemmt das Schlucken.

Beobachtungen über die Absorption des Lichtes durch das Oxyhämoglobin.

Von

Dr. med. Friedrich Krüger,

Assistent am physiologischen Institut der Universität zu Dorpat.

Bekanntlich ist das Absorptionsverhältniss (A) gleich der Concentration (c) einer Lösung dividirt durch den Extinctionscoëfficienten (ε) oder $A = \frac{c}{\varepsilon}$.

Je grösser nun c wird, desto grösser muss auch A werden, bei gleichbleibendem ε, und umgekehrt.

Man muss nun voraussetzen, dass durch das Umkrystallisiren der zu untersuchenden, färbenden Substanz das Absorptionsverhältniss kleiner werde, da dieselbe dadurch immer mehr von verunreinigenden Beimengungen befreit wird, infolgedessen c im Verhältnis zu ε kleiner wird.

Merkwürdigerweise fand Kupffer[1]) beim Oxyhämoglobin aber ein anderes Verhalten. — Sowohl das Oxyhämoglobin des Pferde-, als auch das des Hundebluts zeigten, nach seinen Beobachtungen, nach dreimaliger Krystallisation ein höheres Absorptionsverhältniss, als nach zweimaliger.

Diese Beobachtungen einer weiteren Prüfung zu unterziehen, ist der Zweck meiner Untersuchungen.

Einstellung des Spectrophotometers.

Zu meinen Bestimmungen benutzte ich Hüfner's Spectrophotometer; dieselben wurden zwischen den Fraunhofer'schen Linien D und E ausgeführt.

---

1) F. Kupffer, Analyse septisch inficirten Hundeblutes. Inaug. Dissert. Dorpat, 1884.

D und E wurden durch den Rand des rechten Schiebers bestimmt, indem der Tubus, einmal bei Normalstellung des rechten Schiebers, ein zweites Mal nach Verschiebung desselben um einen Theilstrich der Führungslinie bewegt wurde. Die Verschiebung des Tubus wird bekanntlich durch einen Zeiger auf einer horizontalen Scala markirt.

Die Linie E kam auf den Rand des rechten Schiebers in Normalstellung bei

1) 81,7 3) 81,4 5) 82,1
2) 82,0 4) 81,7 6) 81,5

also durchschnittlich bei 81,73 Theilstrichen der horizontalen Scala.

Bei Verschiebung des rechten Schiebers um einen Theilstrich der Führungslinie kam der Rand desselben auf die Linie E bei

1) 73,6 3) 73,5 5) 73,5
2) 73,4 4) 73,4 6) 73,5

also durchschnittlich bei 73,48 Theilstrichen der horizontalen Scala.

Daraus folgt, dass ein Theilstrich der Führungslinie $= 81,73 - 73,48 = 8,25$ Theilstrichen der horizontalen Scala.

Die Mitte des Linienpaares D fiel auf den Rand des rechten Schiebers, in Normalstellung desselben, bei

1) 53,2 3) 53,6 5) 53,5
2) 53,5 4) 53,4 6) 53,6

also durchschnittlich bei 53,46 Theilstrichen der horizontalen Scala.

Auf der horizontalen Scala ist folglich die Entfernung zwischen D und $E = 81,73 - 53,46 = 28,27$, oder 28,27 Theilstriche der horizontalen Scala sind gleich 100 Fraunhofer.

Unsere Spaltbreite entspricht, wenn der linke Schieber in Normalstellung bleibt, der rechte aber um einen Theilstrich der Führungslinie verschoben wird, 8,25 Theilstrichen der horizontalen Scala. Folglich kommen in den Bereich unserer Spaltbreite (nach der Gleichung $28,27 : 100 = 8,25 : x$) 29,18 Fraunhofer.

Das zweite Absorptionsband für Oxyhämoglobin liegt zwischen D 54 E und D 87 E. Um dieses Absorptionsband in den Bereich unserer Spalte zu bringen, musste der Tubus so lange verschoben werden, bis der Zeiger der horizontalen Scala auf 68,7 zeigte, wie sich das aus folgender Rechnung ergibt:

$$(81{,}73 - 53{,}46) : 100 = (x - 53{,}46) : 54 \text{ oder}$$

$$x - 53{,}46 = \frac{1526{,}58}{100} \quad \text{oder}$$

$$x = 68{,}7258$$

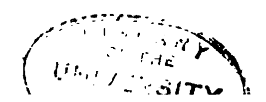
Der Zeiger der horizontalen Scala wurde also auf 68,7 bewegt und blieb ein für allemal in dieser Stellung. Da aber unsere Spaltbreite nicht 33 Fraunhofer sondern nur 29,18 umfasst, so hatten wir nicht den ganzen Bezirk des zweiten Blutbandes vor Augen, sondern nur den Theil von *D* 54 *E* bis *D* 83 *E*, statt *D* 54 *E* — *D* 87 *E*, was jedoch die Genauigkeit der Resultate durchaus nicht beeinträchtigt.

Nachdem der Apparat diese Einstellung erhalten hatte, die er für die Zukunft behalten sollte, begann ich zunächst mein Auge in der Wahrnehmung möglichst kleiner Intensitätsunterschiede zu üben. Zu diesen Vorübungen benutzte ich Lösungen von Chromalaun, deren Concentrationen bekannt waren, und erfreute mich sehr bald äusserst befriedigender Resultate.

Die Tabelle einer dieser Beobachtungsreihen will ich hier zur Bestätigung des soeben Gesagten mittheilen.

Bestimmung des Absorptionsverhältnisses für Chromalaun.

	Lösung I	Lösung II
φ	1. 71° 48′	1. 67° 48′
	2. 72° 48′	2. 68° 00′
	3. 72° 00′	3. 67° 30′
	4. 72° 30	4. 68° 00′
	5. 72° 48′	5. 67° 24′
	6. 72° 48′	6. 67° 18′
	7. 72° 30	7. 68° 12′
	8. 72° 00′	8. 66° 48′
	9. 72° 48′	9. 67° 48′
	10. 71° 48′	10. 67° 12′
Mittelwerth für φ	72° 24′	67° 36′
ε	1,03892	0,83798
Concentration	4,7441 %	3,8269 %
$A = \frac{\varepsilon}{c}$	4,5664	4,5668
Mittelwerth für A	4,5666	



Darstellung der Hämoglobinkrystalle.

Hämoglobinkrystalle stellte ich mir dar aus Hundeblut und aus Pferdeblut.

Das Pferdeblut wurde in gekühlten Vorlagen aufgefangen und kalt gehalten, bis sich die rothen Blutkörperchen gehörig gesenkt hatten; alsdann wurde das Plasma abgehoben und nun ein Theil des Bluts sofort in weiter unten angegebener Weise zur Krystallisation bearbeitet (ungeronnenes Blut), ein anderer Theil aber bei Zimmertemperatur der Gerinnung überlassen, und wenn nun das Blut geronnen war, wurde der Blutkuchen durch Leinwand gepresst (defibrinirtes Blut).

Das Hundeblut wurde sofort bei Zimmertemperatur sich selbst überlassen und dann, nachdem es vollkommen geronnen, die Placenta sanguinis ebenfalls durch Leinwand gepresst.

Die weitere Bearbeitung war, unabhängig von den vorangegangenen Behandlungen, stets dieselbe.

Das Blut wurde mit dem vier- bis fünffachen Volum destillirten Wassers versetzt und dann, nach Angabe Al. Schmidt's, eine sehr kleine Menge einer verdünnten, titrirten Ammoniaklösung hinzugefügt, um die Stromata nach Möglichkeit zu zerstören, resp. beim Umkrystallisiren die Lösung der Hämoglobinkrystalle zu begünstigen. Zu demselben Zweck wurde die Lösung nach Zusatz von Ammoniak noch auf dem Dampfbade bis auf 35—36 ° C. erwärmt, dann vom Dampfbade entfernt und einige Minuten stehen gelassen. Alsdann wurde mit einer entsprechend verdünnten, titrirten Salzsäurelösung neutralisirt, $^1/_5$—$^1/_4$ Volum 96% Alkohol unter beständigem Umrühren hinzugefügt und die Lösung einer Temperatur von 0° C. ausgesetzt.

Nach 24—48 Stunden war in der Regel die ganze Masse zu einem steifen Krystallbrei erstarrt. Dieser Krystallbrei wurde auf Leinwand gebracht, abgewartet bis die Mutterlauge möglichst abgetropft war, dann mit eiskaltem Wasser unter Verlust nachgewaschen.

Nachdem auch dieses Waschwasser abgetropft, wurde der auf der Leinwand verbleibende Krystallbrei in Centrifugengläser übergeführt, dreimal mit ungefähr dem gleichen Volum eiskalten Wassers

auf einer kleinen Handcentrifuge, die in der Minute 5—600 Umdrehungen ausführte, ausgewaschen. Das jedesmalige Centrifugiren wurde nie länger als 10 Minuten, in der Regel sogar nur 3—5 Minuten fortgesetzt, denn ich vermied es, grosse Verluste nicht scheuend, das Centrifugiren so lange fortzuführen, bis die überstehende Flüssigkeit klar war. Ich betone das ausdrücklich, weil ein derartiges Vorgehen am besten eine möglichst vollständige Trennung von den Stromata und anderen leichteren Beimengungen garantirt.

Von den also behandelten Hämoglobinkrystallen wurde nun eine kleine Portion zur spectrophotometrischen Bestimmung abgenommen, zwischen Filtrirpapier ausgepresst, die auf dem Papier verbleibende, zäh-feste, teigige Krystallmasse wieder in dem gleichen Volum Wasser vertheilt, abermals centrifugirt, die oben stehende Flüssigkeit abgegossen und nun die so gereinigten Hämoglobinkrystalle in vorher ausgekochtem und auf ca. 25° C. abgekühltem Wasser gelöst, und zwar so, dass womöglich Krystalle im Ueberschuss waren.

Die andere, grössere Portion wurde behufs weiterer Krystallisation wieder gelöst, durch Leinwand filtrirt und ganz ebenso behandelt. In dieser Weise setzte ich das Krystallisiren zwei-, drei- bis viermal fort.

Etwas abweichend von dem eben beschriebenen Gang verfuhr ich in der ersten Versuchsreihe, indem hier die Centrifuge noch nicht in Anwendung gebracht worden war.

Hier nahm ich die Reinigung der Krystalle vor, indem ich die auf der Leinwand befindliche Krystallmasse erst mehrfach mit eiskaltem, etwas Alkohol enthaltendem (1%) Wasser nachwusch, dieselbe, nachdem das Waschwasser abgetropft, in Maasscylinder brachte, gehörig mit 1—2 Volum kalten, alkoholhaltigem Wasser durchmischte und decantirte.

Bestimmung des Absorptionsverhältnisses.

Wie ich schon einmal bemerkt habe, wurde von jeder Krystallisation eine gewisse Menge des Krystallbreies zwischen Fliesspapier ausgepresst, wieder mit Wasser verrührt, centrifugirt und nun endlich in Wasser gebracht und 1—2 Stunden der Lösung über-

lassen, dann durch Filtrirpapier filtrirt. Das Filtrat war stets viel zu concentrirt zu den spectrophotometrischen Bestimmungen.

Durch vielfache Vorversuche war ich zu dem Resultat gekommen, dass die passendste Concentration für mich diejenige sei, deren Extinctionscoëfficient einem Winkel entspricht, welcher zwischen 64 und 74° liegt — dieses waren aber auch die äussersten Grenzen. Je weiter nach oben oder nach unten sich die Grösse des Winkels von diesen Grenzen entfernte, um so unempfindlicher wurde mein Auge gegen Intensitätsunterschiede, um so ungenauer wurden die Resultate.

Bevor zu einer sorgfältigen Wägung geschritten wurde, bestimmte ich daher volumetrisch die passende Verdünnung. Zur Verdünnung wurde nicht etwa destillirtes Wasser sondern nach Hüfner's Vorgang 0,1% Sodalösung benutzt.

War die Verdünnung auf diese Art ungefähr bestimmt, so wurden dementsprechend mehrere Präparate innerhalb der angegebenen Winkelgrenzen hergestellt und zwar folgendermaassen:

Angenommen, es wäre durch den Vorversuch bestimmt worden, dass die ursprüngliche Krystalllösung im Verhältniss von 1 : 10 verdünnt werden müsse, um am Spectrophotometer den oberen Grenzwinkel anzugeben, so wurden erst mit einer Pipette 10 ccm der Na_2CO_3 lösung abgemessen, in einen kleinen, mit geschliffenen Glasplättchen bedeckten Ballon, dessen Gewicht vorher bestimmt worden war, gethan und abgewogen, darauf mit einer Pipette von 1 ccm Inhalt, die in 100 Theile getheilt war, 1 ccm von der Krystalllösung hinzugefügt und nun wieder gewogen. Da die Präparate in abnehmender Concentration hergestellt werden sollten, so wurden immer 10 ccm der Salzlösung abgemessen und gewogen und zu jedem folgenden Präparat je 10 Theilstriche (ca.) weniger von der ursprünglichen Krystalllösung hinzugefügt als zum vorhergehenden, und dann gewogen. Es ist klar, dass sich auf diese Weise jedes Mal der procent. Gehalt der Gesammtlösung an ursprünglicher Krystalllösung mit grösster Genauigkeit berechnen liess und zwar nach Gewicht.

Die Wägungen hatte Herr Prof. Al. Schmidt die Freundlichkeit, während ich am Spectrophotometer beschäftigt war, auszuführen.

Zur Bestimmung des Gehalts der ursprünglichen Krystalllösung an Hämoglobin, wurde eine abgewogene Quantität derselben 3 mal 24 Stunden unter der Luftpumpe über Schwefelsäure getrocknet und dann das Trocknen im Trockenofen bei einer Temperatur von 110—115° C. bis zur Gewichtsconstanz fortgesetzt.

Da nun der procent. Gehalt an Krystalllösung in jedem Präparat bekannt war, so war es natürlich eine Kleinigkeit, auch den Gehalt an Hämoglobin zu berechnen und das Absorptionsverhältniss festzustellen.

Bevor ich nun meine Versuchsprotokolle hier wiedergebe, will ich noch bemerken, dass der Winkel φ stets das Resultat aus zehn Einzelbestimmungen darstellt.

Um einen Maassstab für die Genauigkeit der spectrophotometrischen Bestimmung zu haben, wurde jedes Mal sofort das Verhältniss des Gehaltes der einzelnen Präparate an Krystalllösung zu einander berechnet, sowohl aus den Ergebnissen der Wägung, (in den Tabellen mit $B\ W$ bezeichnet), als auch aus den entsprechenden Extinctionscoëfficienten ($B\ \varepsilon$). Dabei wurde der Gehalt des ersten Präparates an Krystalllösung, wie auch der zugehörige Extinctionscoëfficient = 100 gesetzt. Die Resultate beider Rechnungen mussten gleich sein, da die Extinctionscoëfficienten und Concentrationen in geradem Verhältniss zu einander stehen.

Unmittelbar vor der spectrophotometrischen Bestimmung wurden die Lösungen gehörig mit Luft geschüttelt.

Versuche.

A. Pferdeblut.

I. Reihe.

Defibrinirtes Blut.

1. Zweite Krystallisation.

Zur spectrophotometrischen Bestimmung wurden vier Präparate in abnehmender Concentration nach früher beschriebener Methode angefertigt.

Zur Bestimmung des Trockenrückstandes sind von der Krystalllösung abgewogen worden 15,3308 g; nach dem Trocknen verblieb

ein Rückstand von 0,1789 g, mithin betrug der procent. Trockenrückstand 1,1669%.

Präparat	Procent. Gehalt an Krystalllösung	φ	ε	$B\ W$	$B\ \varepsilon$
I	10,2624	69° 42′	0,91950	100,00	100,00
II	9,5288	67° 48′	0,84538	92,85	91,94
III	8,5808	65° 48′	0,77460	83,61	84,24
IV	7,8056	63° 54′	0,71332	76,06	77,55

Da nun der procent. Trockenrückstand der ursprünglichen Krystalllösung einerseits, der Gehalt der einzelnen Präparate an dieser Krystalllösung andererseits bekannt ist, so kann daraus natürlich die Concentration (c) der einzelnen Präparate berechnet werden. Alsdann wird sich ferner, da auch der Extinctionscoëfficient ε ermittelt ist, das Absorptionsverhältniss $A = \frac{c}{\varepsilon}$ durch Rechnung ergeben.

Berechnung des Absorptionsverhältnisses.

Präparat	c	ε	A
I	0,1198%	0,91950	0,1303
II	0,1112%	0,84538	0,1315
III	0,1001%	0,77460	0,1292
IV	0,0911%	0,71332	0,1277

Mittelwerth für $A = 0,1297$.

2. Dritte Krystallisation.

Es wurden zur spectrophotometrischen Bestimmung vier Präparate hergestellt.

Präparat	Procent. Gehalt an Krystalllösung	φ	ε	$B\ W$	$B\ \varepsilon$
I	20,6276	71° 6′	0,97914	100,00	100,00
II	18,7690	69° 24′	0,90730	90,99	92,66
III	16,3427	65° 36′	0,76788	79,22	78,42
IV	15,1292	64° 24′	0,72886	73,34	74,44

Zur Bestimmung des Trockenrückstandes wurden von der Krystalllösung 23,9604 g abgewogen; nach dem Trocknen verblieb ein Rückstand von 0,1570 g, mithin betrug der procent. Trockenrückstand 0,6552 %.

Berechnung des Absorptionsverhältnisses.

Präparat	c	ε	A
I	0,1352 %	0,97914	0,1381
II	0,1230 %	0,90730	0,1356
III	0,1071 %	0,76788	0,1382
IV	0,0991 %	0,72886	0,1360

Mittelwerth für $A = 0{,}1372$.

Es waren also A: 1. nach zweimaliger Krystallisation = **0,1297**
2. nach dreimaliger Krystallisation = **0,1372.**

II. Reihe.

a) Defibrinirtes Blut.

1. Erste Krystallisation.

Es wurden zur spectrophotometrischen Bestimmung zwei Präparate hergestellt.

Präparat	Procent. Gehalt an Krystalllösung	φ	ε	B W	B ε
I	10,8783	67° 48′	0,84538	100,00	100,00
II	9,3109	63° 48′	0,71012	85,59	84,00

Zur Bestimmung des Trockenrückstandes wurden von der Krystalllösung 10,4974 g abgewogen; nach dem Trocknen verblieb ein Rückstand von 0,1023 g, mithin betrug der procent. Trockenrückstand 0,9747 %.

Berechnung des Absorptionsverhältnisses.

Präparat	c	ε	A
I	0,1060 %	0,84538	0,1254
II	0,0907 %	0,71012	0,1277

Mittelwerth für $A = 0{,}1266$.

2. Zweite Krystallisation.

Es wurden zur spectrophotometrischen Bestimmung drei Präparate hergestellt.

Präparat	Procent. Gehalt an Krystalllösung	φ	ε	$B\ W$	$B\ \varepsilon$
I	8,2102	70° 24′	0,94874	100,00	100,00
II	7,4848	68° 30′	0,87188	91,16	91,90
III	6,9603	67° 00′	0,81624	84,78	86,03

Zur Bestimmung des Trockenrückstandes wurden von der Krystalllösung 12,2608 g abgewogen; nach dem Trocknen verblieb ein Rückstand von 0,1885 g, mithin betrug der procent. Trockenrückstand 1,5374 %.

Berechnung des Absorptionsverhältnisses.

Präparat	c	ε	A
I	0,1262 %	0,94874	0,1330
II	0,1151 %	0,87188	0,1321
III	0,1070 %	0,81624	0,1311

Mittelwerth für $A = 0{,}1321$.

3. Dritte Krystallisation.

Es wurden zur spectrophotometrischen Bestimmung drei Präparate angefertigt.

Präparat	Procent. Gehalt an Krystalllösung	φ	ε	$B\ W$	$B\ \varepsilon$
I	16,4181	70° 18′	0,94450	100,00	100,00
II	14,9139	68° 18′	0,86420	90,84	91,50
III	13,9077	66° 30′	0,79860	84,10	84,55

Zur Bestimmung des Trockenrückstandes wurden von der Krystalllösung 11,3101 g abgewogen, nach dem Trocknen verblieb ein Rückstand von 0,0894 g, mithin betrug der procent. Trockenrückstand 0,7904 %.

Berechnung des Absorptionsverhältnisses.

Präparat	c	ε	A
I	0,1298 %	0,94450	0,1375
II	0,1179 %	0,86420	0,1364
III	0,1099 %	0,79860	0,1376

Mittelwerth für A = **0,1372.**

Es war also A: 1. nach einmaliger Krystallisation = **0,1266**
2. nach zweimaliger " = **0,1321**
3. nach dreimaliger " = **0,1372.**

b) Ungeronnenes Blut.

1. Zweite Krystallisation.

Es wurden zur spectrophotometrischen Bestimmung drei Präparate angefertigt.

Präparat	Procent. Gehalt an Krystalllösung	φ	ε	B W	B ε
I	66,2691	70° 30′	0,95300	100,00	100,00
II	61,2096	68° 36′	0,87570	92,35	91,89
III	57,8064	67° 12′	0,82282	87,23	86,55

Zur Bestimmung des Trockenrückstandes wurden von der Krystalllösung 17,8290 g abgewogen; nach dem Trocknen verblieb ein Rückstand von 0,0324 g, somit betrug der procent. Trockenrückstand 0,1802 %.

Berechnung des Absorptionsverhältnisses.

Präparat	c	ε	A
I	0,1194 %	0,95300	0,1253
II	0,1103 %	0,87570	0,1258
III	0,1042 %	0,82282	0,1266

Mittelwerth für A = **0,1259.**

2. Dritte Krystallisation.

Es wurden zur spectrophotometrischen Bestimmung zwei Präparate angefertigt.

Präparat	Procent. Gehalt an Krystalllösung	φ	ε	$B\ W$	$B\ \varepsilon$
I	18,5384	70° 6'	0,93606	100,00	100,00
II	16,7790	68° 6'	0,85662	90,51	91,51

Zur Bestimmung des Trockenrückstandes wurden von der Krystalllösung 12,1537 g abgewogen. Nach dem Trocknen verblieb ein Rückstand von 0,0812 g, mithin betrug der procent. Trockenrückstand 0,6681 %.

Berechnung des Absorptionsverhältnisses.

Präparat	c	ε	A
I	0,1239 %	0,93606	0,1324
II	0,1121 %	0,85662	0,1309

Mittelwerth für $A = 0,1317$.

Es war also A: 1. nach zweimaliger Krystallisation $= 0,1259$
2. nach dreimaliger „ $= 0,1317$

B. Hundeblut.

Als ich mit dieser Versuchsreihe beginnen wollte, kam mir Hüfner's Arbeit „Beitrag zur Lehre vom Blutfarbstoffe [1])“ zu Gesicht, in der er die Vermuthung ausspricht, Zinoffsky [2]) habe in Bezug auf die Zusammensetzung des Hämoglobinmoleküls aus dem Grunde andere Resultate erzielt als die übrigen Forscher, weil er bei der Darstellung der Hämoglobinkrystalle das Ammoniak anwandte. Es konnte natürlich, angenommen Hüfner habe Recht, der Gedanke nicht fern liegen, dass auch bei unserer auffallenden Erscheinung möglicherweise die Zuhilfenahme des Ammoniak von wesentlicher Bedeutung sei, und ich wollte es daher nicht unterlassen, zu prüfen, ob bei Darstellung der Blutkrystalle ohne Ammoniak und mehrfachem Umkrystallisiren sich dasselbe Phänomen zeigen würde oder nicht.

1) Beiträge zur Physiologie. Carl Ludwig gewidmet 1887.

2) O. Zinoffsky, Ueber die Grösse des Hämoglobinmoleküls. Inaug.-Dissert., Dorpat 1885.

Mit Ausnahme der Weglassung des Ammoniak, und infolgedessen natürlich auch der Salzsäure, war die Darstellungsweise der Blutkrystalle nicht verschieden von der oben beschriebenen, nur war eine grössere Menge Wasser zur Lösung des Hämoglobin nothwendig.

Es wurden also mit dem Hundeblut zwei Parallelversuche ausgeführt.

Das Blut gewann ich, indem ich einen grossen Hund aus der Carotis verbluten liess. Nachdem das Blut geronnen war, wurde die Placenta sanguinis durch Leinwand gepresst und das so gewonnene Blut in zwei, annähernd gleiche, Theile getheilt. Die eine Portion wurde unter Anwendung von Ammoniak krystallisirt und umkrystallisirt, die andere ohne Zusatz von Ammoniak der Krystallisation unterworfen.

III. Reihe.

a) Krystalle ohne Ammoniak dargestellt.

1. Erste Krystallisation.

Es wurden zur spectrophotometrischen Bestimmung drei Präparate angefertigt.

Präparate	Procent. Gehalt an Krystalllösung	φ	ε	$B\ W$	$B\ \varepsilon$
I	5,6218	71° 12′	0,98358	100,00	100,00
II	5,0813	69° 00′	0,89134	90,39	90,62
III	4,6763	67 6′	0,81982	83,18	83,35

Zur Bestimmung des Trockenrückstandes wurden von der Krystalllösung 13,3013 g abgewogen; nach dem Trocknen verblieb ein Rückstand von 0,3117 g, mithin betrug der procent. Trockenrückstand 2,3434 %.

Berechnung des Absorptionsverhältnisses.

Präparat	c	ε	A
I	0,1317 %	0,98358	0,1339
II	0,1191 %	0,89134	0,1336
III	0,1096 %	0,81982	0,1337

Mittelwerth für $A = 0{,}1337$.

2. Zweite Krystallisation.

Es wurden zur spectrophotometrischen Bestimmung drei Präparate angefertigt.

Präparat	Procent. Gehalt an Krystalllösung	φ	ε	$B\ W$	$B\ \varepsilon$
I	5,3872	71° 12′	0,98358	100,00	100,00
II	4,8139	68° 48′	0,88348	89,36	89,80
III	4,5676	67° 12′	0,82342	84,79	83,70

Zur Bestimmung des Trockenrückstandes wurden von der Krystallösung 14,6223 g abgewogen; nach dem Trocknen verblieb ein Rückstand von 0,3773 g, mithin betrug der procent. Trockenrückstand 2,5803 %.

Berechnung des Absorptionsverhältnisses.

Präparat	c	ε	A
I	0,1390 %	0,98358	0,1413
II	0,1242 %	0,88348	0,1406
III	0,1178 %	0,82342	0,1432

Mittelwerth für $A = 0,1417$.

3. Dritte Krystallisation.

Es wurden zur spectrophotometrischen Bestimmung drei Präparate angefertigt.

Präparat	Procent. Gehalt an Krystalllösung	φ	ε	$B\ W$	$B\ \varepsilon$
I	5,6798	70° 30′	0,95300	100,00	100.00
II	5,4058	69° 12′	0,89868	95,25	94,29
III	5,1035	68° 6′	0,85662	89,85	89,89

Zur Bestimmung des Trockenrückstandes wurden von der Krystalllösung 7,3140 g abgewogen; nach dem Trocknen verblieb ein Rückstand von 0,1756 g, mithin betrug der procent. Trockenrückstand 2,4009 %.

Bestimmung des Absorptionsverhältnisses.

Präparat	c	ε	A
I	0,1364 %	0,95300	0,1430
II	0,1298 %	0,89868	0,1444
III	0,1225 %	0,85662	0,1430

Mittelwerth für $A = 0,1435$.

4. Vierte Krystallisation.

Es wurden zur spectrophotometrischen Bestimmung drei Präparate angefertigt.

Präparat	Procent. Gehalt an Krystalllösung	φ	ε	$B\ W$	$B\ \varepsilon$
I	6,8708	70° 54′	0,97032	100,00	100,00
II	6,4154	69° 36′	0,91542	93,37	94,33
III	5,9548	68° 00′	0,85284	86,67	87,89

Zur Bestimmung des Trockenrückstandes wurden von der Krystalllösung 12,2470 g abgewogen; nach dem Trocknen verblieb ein Rückstand von 0,2612 g; mithin betrug der procent. Trockenrückstand 2,1328 %.

Berechnung des Absorptionsverhältnisses.

Präparat	c	ε	A
I	0,1465 %	0,97032	0,1510
II	0,1368 %	0,91542	0,1494
III	0,1270 %	0,85284	0,1489

Mittelwerth für $A = 0,1498$.

Es war also A: 1. nach einmaliger Krystallisation = 0,1337
2. nach zweimaliger " = 0,1417
3. nach dreimaliger " = 0,1435
4. nach viermaliger " = 0,1498.

b) Krystalle mit Ammoniak dargestellt.

1. Erste Krystallisation.

Es wurden zur spectrophotometrischen Bestimmung drei Präparate hergestellt.

Präparat	Procent. Gehalt an Krystalllösung	φ	ε	$W\,B$	$B\,\varepsilon$
I	8,3617	71° 42′	1,00616	100,00	100,00
II	7,5328	69° 12′	0,89928	90,09	89.38
III	6,7155	66° 54′	0,81268	80,32	80,78

Zur Bestimmung des Trockenrückstandes wurden von der Krystalllösung 12,8013 g abgewogen; nach dem Trocknen verblieb ein Rückstand von 0,2157 g; mithin betrug der procent. Trockenrückstand 1,6850 %.

Berechnung des Absorptionsverhältnisses.

Präparat	c	ε	A
I	0,1409 %	1,00616	0,1400
II	0,1269 %	0,89928	0,1412
III	0,1131 %	0,81268	0,1392

Mittelwerth für $A = 0,1401$.

2. Zweite Krystallisation.

Es wurden zur spectrophotometrischen Bestimmung zwei Präparate angefertigt.

Präparat	Procent. Gehalt an Krystalllösung	φ	ε	$W\,B$	$B\,\varepsilon$
I	3,3671	71° 48′	1,01076	100,00	100,00
II	3,0037	69° 30′	0,91542	89,21	90,57

Zur Bestimmung des Trockenrückstandes wurden von der Krystalllösung 11,4727 g abgewogen; nach dem Trocknen verblieb ein Rückstand von 0,4957 g; mithin betrug der procent. Trockenrückstand 4,3206 %.

Berechnung des Absorptionsverhältnisses.

Präparat	c	ε	A
I	0,1455 %	1,01076	0,1439
II	0,1298 %	0,91542	0,1418

Mittelwerth für $A = 0,1429$.

3. Dritte Krystallisation.

Es wurden zur spectrophotometrischen Bestimmung drei Präparate angefertigt.

Präparat	Procent. Gehalt an Krystalllösung	φ	ε	$B\ W$	$B\ \varepsilon$
I	3,3498	72° 18′	1,03416	100,00	100,00
II	2,9658	70° 00′	0,93190	88,54	90,11
III	2,7854	68° 24′	0,86802	83,15	83,85

Zur Bestimmung des Trockenrückstandes wurden von der Krystalllösung 8,7933 g abgewogen; nach dem Trocknen verblieb ein Rückstand von 0,3976 g, mithin betrug der procent. Trockenrückstand 4,5216 %.

Berechnung des Absorptionsverhältnisses.

Präparat	c	ε	A
I	0,1515 %	1,03416	0,1456
II	0,1345 %	0,93190	0,1443
III	0,1259 %	0,86802	0,1450

Mittelwerth für $A = 0,1453$.

4. Vierte Krystallisation.

Es wurden zur spectrophotometrischen Bestimmung drei Präparate angefertigt.

Präparat	Procent. Gehalt an Krystalllösung	φ	ε	$B\ W$	$B\ \varepsilon$
I	6,5188	72° 6′	1,02472	100,00	100,00
II	5,8709	69° 48′	0,92362	90,06	90,13
III	5,3189	67° 36′	0,83798	81,59	81,73

Zur Bestimmung des Trockenrückstandes wurden von der Krystalllösung 9,3972 g abgewogen; nach dem Trocknen verblieb ein Rückstand von 0,2147 g, mithin betrug der procent. Trockenrückstand 2,2847 %.

Berechnung des Absorptionsverhältnisses.

Präparat	c	ε	A
I	0,1489 %	1,02472	0,1453
II	0,1341 %	0,92362	0,1452
III	0,1215 %	0,83798	0,1450

Mittelwerth für $A = 0,1452$.

Es war also A: 1. nach einmaliger Krystallisation = **0,1401**
2. nach zweimaliger " = **0,1429**
3. nach dreimaliger " = **0,1453**
4. nach viermaliger " = **0,1452.**

Schluss.

Wenn man diese Versuche durchmustert, so erscheint es als feststehende Thatsache, dass das Absorptionsverhältniss von Krystallisation zu Krystallisation zunimmt.

Ich will hier aus den Resultaten meiner Versuche eine Tabelle zusammenstellen, in der eine Uebersicht der gewonnenen Absorptionsverhältnisse gegeben werden soll. Die römischen Zahlen über jedem verticalen Tabellenstab geben an, zu welcher Krystallisation die betreffenden Absorptionsverhältnisse gehören.

Krystalle, von welchem Blut und wie behandelt?	I	II	III	IV
Defibrin. Pferdeblut Krystallisation mit NH_3	—	0,1297	0,1372	—
Defibrin. Pferdeblut Krystallisation mit NH_3	0,1266	0,1321	0,1372	—
Ungeronn. Pferdeblut Krystallisation mit NH_3	—	0,1259	0,1317	—
Hundeblut Krystallisation ohne NH_3	0,1337	0,1417	0,1435	0,1498
Hundeblut Krystallisation mit NH_3	0,1401	0,1429	0,1453	0,1452

Aus dem Gesagten geht hervor, dass, wenn die absolute Hämoglobinmenge eines Blutes bestimmt werden soll, vor mehrfachem

Umkrystallisiren der Blutkrystalle, behufs Bestimmung des Absorptionsverhältnisses des Oxyhämoglobin, gewarnt werden muss, wenn man nicht viel zu hohe Werthe erhalten will. Auf den ersten Blick erscheinen diese Unterschiede der Absorptionsverhältnisse gar nicht so gross; führt man aber eine quantitative Blutanalyse aus und nimmt zur Berechnung des Hämoglobin im Blute das Absorptionsverhältniss der zweiten oder dritten Krystallisation, wie es bisher geschehen, so erlangt man Resultate, die eine unmögliche Zusammensetzung des Blutkörperchenrückstandes erheischen, wie das schon von Kupffer bemerkt worden ist; man kann z. B. die Hämoglobinmenge grösser finden, als der Rückstand der Blutkörper es ist. Und wo bleibt dann noch das Stroma? Für dieses fällt der Werth negativ aus!

Am nächsten wird man der Wahrheit kommen, wenn man das Blut nur einmal der Krystallisation unterwirft, die gewonnenen Krystalle mit eiskaltem Wasser aufrührt, kurze Zeit centrifugirt, die obere noch nicht klare und durchsichtige Flüssigkeitsschicht abgiesst und dieselbe Prozedur noch einige Male wiederholt. Selbstredend darf man dabei grosse Verluste nicht scheuen.

Dadurch, dass man das Centrifugiren nicht so lange fortsetzt, bis die obenstehende Flüssigkeit klar wird, wird eine ziemlich grosse Sicherheit dafür geboten, dass alle leichteren, aufgeschwemmten Körper (Stromata) entfernt werden.

Ich sagte vorhin ausdrücklich, man komme auf diese Art der Wahrheit am nächsten, d. h. man wird auf diese Art einen möglichst kleinen Fehler machen, dass aber die nach dieser Methode gewonnenen Zahlen absolut richtig seien, will ich durchaus nicht behaupten, denn es ist sehr wahrscheinlich, dass dieselben immer noch zu hoch ausfallen werden, da es sehr leicht möglich ist, dass schon ein einmaliges Krystallisiren ein zu hohes Absorptionsverhältniss bedingt.

Die Anwendung des Ammoniak zeigte in meiner Versuchsreihe für die zweite und dritte Krystallisation keinen wesentlichen Einfluss; bei der ersten Krystallisation war jedoch das Absorptionsverhältniss bedeutend höher, bei der vierten hingegen viel niedriger als in der entsprechenden Parallelreihe, in der die Blutkrystalle ohne Ammoniak

dargestellt worden waren. Was die Ursache für diese Verschiedenheit ist, ist mir unbekannt.

Hervorheben will ich noch, dass in der Reihe, in der das Ammoniak zur Darstellung der Blutkrystalle angewandt wurde, das Absorptionsverhältniss nicht so stark nach jeder Krystallisation anwuchs, wie in der Reihe, in der von der Anwendung des Ammoniak abgesehen wurde; bei der vierten Krystallisation war das Absorptionsverhältniss sogar gar nicht mehr gestiegen, es war dem der dritten Krystallisation gleich geblieben.

Ferner sei hier noch erwähnt, dass ich in Betreff der Löslichkeit einen Unterschied zwischen den mit und ohne Ammoniak dargestellten Blutkrystallen beobachtet habe, wobei ich daran erinnern muss, dass das zugesetzte Ammoniak jedes Mal wieder mit Salzsäure neutralisirt worden war, und ausserdem die Krystalle von der Mutterlauge durch mehrfaches Auswaschen mit Wasser auf der Centrifuge getrennt worden waren. Dieser Unterschied war ein sehr bedeutender, wenigstens in den Fällen, die ich einer genaueren diesbezüglichen Beobachtung unterzog und in denen ich sicher war, dass die Lösungen gesättigt waren. Diese Fälle gehören zur zweiten und dritten Krystallisation des Hundebluts. Man ersieht die Unterschiede aus dem Vergleich der procent. Trockenrückstände der betreffenden Lösungen. Ich fand die Rückstände der Lösungen der mit Ammoniak dargestellten Krystalle = 4,3206 % und 4,5216 %, für die Lösungen der ohne Ammoniak dargestellten Blutkrystalle = 2,5803 % und 2,4009 %, also beinahe im Verhältniss von 2 : 1 zu einander stehend. — Aus diesen wenigen Beobachtungen über die Löslichkeitsverschiedenheit der nach diesen beiden Methoden (mit und ohne Anwendung von Ammoniak) dargestellten Blutkrystalle lässt sich natürlich kein Gesetz aufstellen, jedoch verdienen dieselben Interesse, und deswegen wollte ich es nicht unterlassen, auf dieses Verhalten aufmerksam zu machen.

Zum Schluss sei es mir gestattet, meinem verehrten Lehrer, Herrn Prof. Al. Schmidt für seine liebenswürdige und unermüdliche Unterstützung bei der Ausführung dieser Arbeit meinen wärmsten Dank auszusprechen.

Beiträge zur Kenntniss des Glykogens[1].

Von

August Cramer, approbirtem Arzt.

(Aus dem physiologischen Institut zu Marburg.)

Die auffallende Thatsache, dass dem Glykogen vor den Arbeiten von Böhm und Hoffmann[2]) bei den Stoffwechseluntersuchungen viel zu wenig Beachtung geschenkt wurde, dürfte wohl darin ihren Grund haben, dass die bis jetzt zur quantitativen Bestimmung des Glykogens bekannten Methoden entweder durchaus unzulänglich oder doch viel zu umständlich waren, um zahlreichere genaue Bestimmungen neben einander ausführen zu können. Selbst Böhm und Hoffmann[3]), denen wir eine exactere Bestimmung des Muskelglykogens verdanken, klagen, dass ihnen die Langwierigkeit und Kostspieligkeit der Methode in der Zahl ihrer Glykogenbestimmungen eine Grenze setzte.

Einen nicht unwesentlichen Fortschritt in der quantitativen Bestimmung des Glykogens, besonders des Muskelglykogens, führte R. Külz[4]) herbei, indem er das früher schon mehrfach angewandte

1) Die Mittel zur Ausführung dieser bei der medicinischen Facultät zu Marburg als Inaugural-Dissertation eingereichten Arbeit wurden aus der Bose-Stiftung gütigst gewährt.

2) Böhm und Hoffmann, Beiträge zur Kenntniss des Kohlehydratstoffwechsels. Vier Abhandl. Archiv für exper. Path. u. Pharmak. Bd. 8 S. 271 und S. 375. Böhm, Ueber das Verhalten des Glykogens und der Milchsäure im Muskelfleisch mit besonderer Berücksichtigung der Todtenstarre. Dasselbe Arch. Bd. 23 S. 44.

3) Böhm und Hoffmann, Beiträge zur Kenntniss des Kohlehydratstoffwechsels. a. a. O. 273.

4) R. Külz, Zur quantitativen Bestimmung des Glykogens. Zeitschrift f. Biol. Bd. 22 S. 161.

Kaliverfahren einer sorgfältigen, experimentellen Prüfung unterzog und seine Brauchbarkeit bewies. Es gestattet diese Methode, wie R. Külz zeigte, nicht nur eine grosse Anzahl von Bestimmungen neben einander in weit kürzerer Zeit zu vollenden, als es mit anderen Methoden möglich ist, sondern sie bietet auch die Garantie, dass man den letzten Rest von Glykogen gewinnt, der z. B. beim Muskel nach der Methode von Böhm und Hoffmann wider alles Erwarten noch recht erheblich sein kann.

Sollen neben Glykogen noch andere Stoffe bestimmt werden, so muss freilich wieder zu der Methode von Böhm und Hoffmann gegriffen werden; es darf aber dann nicht verabsäumt werden, das zurückbleibende Fleischpulver mit Kalilauge aufzuschliessen.

Kann auch nach den zahlreichen Belegen von R. Külz kein Zweifel mehr sein, dass das Kaliverfahren gute Resultate liefert, so schien es mir doch von Belang, den Werth der Methode noch dahin zu prüfen, ob sie sich auch bei Bewältigung grosser Massen bewährt.

Bevor ich zur Mittheilung der Details meiner Versuche übergehe, soll die angewandte Methode noch kurz beschrieben werden.

Der zu untersuchende Körpertheil wird möglichst rasch nach der Tödtung des Thieres in grobe Stücke zerschnitten, in eine bereitstehende Schale mit siedendem Wasser gebracht und so lange über freiem Feuer der Siedhitze ausgesetzt, bis sämmtliche Theile ordentlich durchgekocht sind. Hierauf werden die groben Stücke in derselben Schale in möglichst kleine Stückchen zerschnitten. Zu der fein zerkleinerten Masse fügt man so viel Kalilauge, dass auf 100 g Organ 2—4 g KOH kommen, bringt die Schale auf ein Wasserbad und lässt so lange kochen, bis sich das Organ vollständig gelöst hat, eine Procedur, die je nach der Gattung und namentlich nach dem Alter des Thieres ½ bis 4 Stunden in Anspruch nimmt.

Hat man es in der Hand, so ist es am vortheilhaftesten, jüngere Thiere zu verwenden, weil sich die Muskulatur derselben in weit kürzerer Zeit löst, als diejenige alter Thiere.

So lange die Masse auf dem Wasserbade erhitzt wird, ist darauf zu achten, dass die Kalilauge immer dieselbe Concentration behält.

Man erreicht dies am besten, indem man statt der Porzellanschale ein Becherglas verwendet, das man mit einer Glasschale zudeckt.

Aus dem erhaltenen Decoct werden nach dem Erkalten und nach der Neutralisation mit Salzsäure die Eiweisskörper nach Brücke ausgefällt. Sobald man sich überzeugt hat, dass Salzsäure und Brücke'sches Reagens keinen Niederschlag mehr hervorrufen, wird abfiltrirt. Der voluminöse Niederschlag muss mindestens viermal vom Filter genommen und in Wasser vertheilt werden, damit man womöglich alles Glykogen ins Filtrat bekommt. Es ist von besonderem Vortheil, recht dickes Filtrirpapier zu verwenden, da das gewöhnliche Filtrirpapier bei dem öfteren Herunternehmen des Niederschlages leicht zerreisst und sich ohnedies nicht selten so rasch verstopft, dass das Filtriren äusserst langsam von Statten geht oder bisweilen ganz unmöglich wird.

Aus dem Filtrat wird mit dem dreifachen Volumen 96 procentigen Alkohols, welcher unter stetem Umrühren zugesetzt wird, das Glykogen ausgefällt. Gewöhnlich setzt sich das Glykogen innerhalb 12 Stunden oder auch in noch kürzerer Frist so gut ab, dass man den grössten Theil des darüber stehenden Alkohols mit einer Saugpipette, deren Verwendung dem Abgiessen oder Abhebern entschieden vorzuziehen ist, klar abheben kann. Das ausgefallene Glykogen wird schliesslich auf ein Filter gebracht und sorgfältig mit 62 procentigem Alkohol, mit absolutem Alkohol, mit Aether und zum Schluss nochmals mit absolutem Alkohol gewaschen. Es empfiehlt sich, das Glykogen nicht sofort nach der ersten Füllung zur Wägung zu bringen, sondern dasselbe wo möglich zu trocknen, wieder zu lösen und zu prüfen, ob nicht in der Lösung mit einem Tropfen Salzsäure und Brücke'schem Reagens ein Niederschlag erzeugt werden kann. Aus dem Filtrat wird das Glykogen wieder mit 96 procentigem Alkohol ausgefällt und, nachdem es von neuem in der oben angegebenen Weise gewaschen und bei 110° getrocknet ist, zur Wägung gebracht. Jeder Bestimmung wird schliesslich eine Aschebestimmung hinzugefügt.

Nachdem ich mich vollständig mit dieser Methode vertraut gemacht hatte, schritt ich zur Lösung einiger aus den Ueberschriften ersichtlichen Fragen.

Enthalten beide Körperhälften resp. symmetrische Körpertheile gleich viel Muskelglykogen?

Zur Entscheidung dieser Frage halbirte ich Frösche, Tauben, Hühner und Kaninchen nach dem Tode durch Verbluten und Entfernung von Haut und Eingeweiden in der Medianlinie und bestimmte den Muskelglykogengehalt der beiden Körperhälften. Beim Hunde halbirte ich die dicht über dem Becken von der Wirbelsäule getrennten hinteren Extremitäten oder präparirte auf beiden Seiten gleichnamige, symmetrische Muskeln frei.

Zu demselben Zwecke wurden die Körperhälften von drei während der Geburt abgestorbenen menschlichen Neugebornen untersucht. Die Durchtrennung der Wirbelsäule in der Medianlinie gelang meist leicht mit einem starken Knorpelmesser, bei grösseren und älteren Thieren musste zur Säge gegriffen werden. Die Knochen wurden in der Muskulatur belassen, weil das sorgfältige Abpräpariren der Muskeln von dem Skelett sehr viel Zeit in Anspruch nimmt und nie ganz exact möglich ist. Bei allen Versuchen wurde besonders darauf geachtet, dass beide Körperhälften, resp. Körpertheile zu gleicher Zeit in siedendes Wasser kamen, und dass alle Manipulationen bis zu diesem Moment möglichst schleunig in einem kühlen Raum vorgenommen wurden.

Versuche an Fröschen.

Je sechs Frösche wurden decapitirt, nach Zerstörung des Rückenmarks enthäutet und nach Entfernung der Eingeweide in der Medianlinie mit dem Knorpelmesser getheilt. Zur Lösung einer Hälfte bedurfte es durchschnittlich eines 2½ stündigen Kochens mit Wasser, dem 2 g KOH zugesetzt waren.

(Tabelle siehe S. 71.)

Versuche an Tauben.

Die Tauben wurden, nach dem Tode durch Verbluten, enthäutet und nach Entfernung der Eingeweide mit einem starken Knorpelmesser genau in der Medianlinie getheilt.

(Tabelle zu S. 70).

Nummer des Versuches	Gewicht der lebenden Frösche in g	Welche Hälfte?	Gewicht der Hälfte	Gewicht des aschehaltigen Glykogens in g	Aschegehalt des Glykogens in g	Gewicht des aschefreien Glykogens in g	Differenz im Glykogengehalt beider Hälften in g	Gewicht der lufttrocknen Knochen¹)	Glykogengehalt der Muskulatur in %²)
I	—	linke	69,3	0,2492	0,0053	0,2439	0,0127	3,9	0,37
		rechte	69,5	0,2339	0,0027	0,2312		4,1	0,35
II	—	linke	85,0	0,3799	0,0100	0,3699	0,0088	4,0	0,46
		rechte	85,7	0,3709	0,0098	0,3611		3,5	0,44
III	—	linke	79,6	0,3263	0,0056	0,3207	0,0041	4,5	0,43
		rechte	81,6	0,3239	0,0073	0,3166		4,7	0,41
IV	236,4	linke	71,0	0,2150	0,0090	0,2060	0,0297	4,3	0,31
		rechte	72,05	0,2470	0,0113	0,2357		4,3	0,35
V	270,0	linke	80,0	0,2577	0,0054	0,2523	0,0422	4,7	0,34
		rechte	80,2	0,2101	0,0000	0,2101		4,6	0,28

Die Muskulatur der Taube II (altes Thier) löste sich erst nach 5 stündigem Kochen mit wässeriger Kalilauge, während die der beiden anderen Tauben (junge Thiere) ceteris paribus nur $3^1/_2$ bis 4 Stunden bis zur vollständigen Lösung brauchte.

Nummer des Versuches	Gewicht der lebenden Taube in g	Welche Hälfte?	Gewicht der Hälfte in g	Gewicht des aschehaltigen Glykogens in g	Aschegehalt des Glykogens in g	Gewicht des aschefreien Glykogens in g	Differenz im Glykogengehalt beider Hälften in g	Gewicht der lufttrocknen Knochen in g	Glykogengehalt der Muskulatur in %
I	331	linke	85,1	0,3069	0,0003	0,3066	0,0006	4,0	0,38
		rechte	85,4	0,3066	0,0006	0,3060		4,3	0,38
II	341	linke	86,0	0,1734	0,0043	0,1691	0,0076	4,3	0,21
		rechte	85,0	0,1650	0,0035	0,1615		4,5	0,20
III	323	linke	75,0	0,6910	0,0087	0,6823	0,0508	6,2	0,99
		rechte	75,1	0,6341	0,0026	0,6315		5,8	0,91

1) Es sei hier ein für alle Mal hervorgehoben, dass die Knochen nach dem Zerkochen der Muskulatur mit Kali sorgfältig gesammelt und lufttrocken gewogen wurden.

2) Das Gewicht der Muskulatur wurde, wenn auch nicht völlig correct, durch Rechnung gefunden, indem das Gewicht der lufttrocknen Knochen von dem der Körperhälften abgezogen wurde. In Wirklichkeit würde sich der Glykogengehalt der Muskulatur höher stellen.

Versuche an Hühnern.

Die Hühner wurden in derselben Weise wie die Tauben halbirt. Von Huhn III wurden nur die hinteren Extremitäten zur Bestimmung verwandt.

Nummer des Versuches	Gewicht des lebenden Thieres in g	Welche Hälfte, resp. Extremität?	Gewicht der Hälfte resp. Extremität in g	Gewicht des dargestellten Glykogens in g	Aschegehalt des Glykogens in g	Gewicht des aschefreien Glykogens in g	Differenz im Glykogengeh. beider Hälften resp. Extremitäten in g	Gewicht der lufttrocknen Knochen in g	Glykogengehalt der Muskulatur in %
I	314,5	linke	79,5	0,1557	0,0081	0,1476	0,0007	12,8	0,22
		recht	78,5	0,1544	0,0075	0,1469		11,5	0,22
II	363,0	linke	89,5	0,1833	0,0032	0,1801	0,0146	8,5	0,22
		rechte	89,5	0,1997	0,0050	0,1947		8,9	0,24
III	—	linke	108,7	0,4823	—	0,4823	0,0055	12,7	0,50
		rechte	111,5	0,4878	—	0,4878		12,9	0,49

Die beiden Hühner I und II waren ganz junge, magere Thiere. Unter Zusatz von 2,5 g KOH kochte je eine Hälfte bis zur vollständigen Auflösung der Muskulatur 2½—3 Stunden.

Versuche an Kaninchen.

Die Kaninchen wurden nach dem Tode durch Verbluten ausgebalgt und ausgeweidet. Bei Kaninchen I, II und III wurden die hinteren Extremitäten dicht über dem Becken abgesägt, das Kreuz-

Nummer des Versuches	Gewicht des lebenden Thieres in g	Welche Extremität resp. Hälfte?	Gewicht der Extremität resp. Hälfte in g	Gewicht des aschehaltigen Glykogens in g	Aschegehalt des Glykogens in g	Gewicht des aschefreien Glykogens in g	Differenz im Glykogengehalt beider Extremitäten resp. Hälften	Gewicht der lufttrockenen Knochen	Glykogengehalt der Muskulatur in %
I	—	linke	146,3	0,6090	0,0080	0,6010	0,0510	15,5	0,46
		rechte	147,7	0,6570	0,0050	0,6520		15,6	0,49
II	1970	linke	153,0	0,0470	0,0097	0,0373	0,0116	14,0	0,03
		rechte	152,1	0,0346	0,0089	0,0257		14,0	0,02
III	1820	linke	163,8	0,0000	—	—	—	25,3	—
		rechte	162,9	0,0				26,0	
IV	2210	linke	576,5	0,7355	0,0141	0,7214	0,0049	44,8	0,14
		rechte	589,5	0,8031	0,0768	0,7263		43,8	0,13

bein in der Medianlinie getheilt, und die Füsse im Fussgelenk mit einer Zange abgekniffen.

In Versuch IV wurde der Glykogengehalt der ganzen Körperhälften bestimmt.

Die Muskulatur der Extremitäten von Kaninchen I, II und III löste sich, mit je 3—4 g KOH erhitzt, in 3—4 Stunden, die Muskulatur der beiden Hälften von Kaninchen IV unter Verwendung von je 12 g KOH erst in zwölf Stunden.

Versuche an Hunden.

Tod durch Verbluten. Die hinteren Extremitäten wurden auf dieselbe Weise halbirt wie bei den Kaninchen.

Nummer des Versuches	Gewicht des lebenden Thieres in g	Welche hintere Extremität?	Gewicht der Extremität in g	Gewicht des aschehaltigen Glykogens in g	Aschegehalt des Glykogens in g	Gewicht des aschefreien Glykogens in g	Differenz im Glykogengehalt beider Extremitäten in g	Gewicht der lufttrockenen Knochen in g	Glykogengehalt der Muskulatur in %
I	4975	linke	277,0	0,4588	0,0079	0,4509	0,1046	31,5	0,18
		rechte	270,0	0,5621	0,0066	0,5555		32,0	0,23
II	1050	linke	42,9	0,1039	0,0074	0,0965	0,0134	3,2	0,24
		rechte	42,3	0,0841	0,0010	0,0831		3,0	0,21
III	1230	linke	51,5	0,0353	0,0006	0,0347	0,0066	3,9	0,07
		rechte	52,8	0,0476	0,0063	0,0413		4,1	0,08
IV	4230	linke	279,5	0,8045	0,0317	0,7728	0,0166	35,2	0,32
		rechte	275,0	0,7872	0,0310	0,7562		35,1	0,32
V	4130	linke	254,0	0,6052	0,0094	0,5958	0,0662	28,5	0,26
		rechte	255,0	0,6756	0,0136	0,6620		29,5	0,29

Von Versuchsthier I (altes Weibchen) wurde die Muskulatur jeder Extremität mit je 8 g KOH bis zur völligen Auflösung vier Stunden erhitzt, während das Aufschliessen der Extremitätenmuskulatur von den Thieren II und III (14 Tage alt) bei Verwendung von je 1,5 g KOH nur eine Stunde in Anspruch nahm.

Die Extremitätenmuskulatur von Hund IV und V, (1/4 Jahr alt) hatte sich, mit je 6 g KOH erhitzt, in je zwei Stunden völlig gelöst.

Versuche an frischen Leichen neugeborner Kinder.

Durch die Güte des Herrn Prof. Dr. Ahlfeld wurden dem physiologischen Institute drei ausgetragene menschliche Früchte, welche während der Geburt abgestorben waren, frisch zur Verfügung gestellt. Die Kindsleichen wurden, nachdem der Tod constatirt war, sofort im kühlen Zimmer auf Eis gelegt und so alsbald ins physiologische Institut gebracht, um ohne Verzug in Arbeit genommen zu werden.

Da wirklich brauchbare quantitative Glykogenbestimmungen von Organen neugeborner Kinder überhaupt nicht vorliegen, und der qualitative Nachweis des Glykogens meist nur mikroskopisch und somit nicht sicher genug geführt wurde, so benutzte ich die Gelegenheit, den Glykogengehalt der einzelnen Organe zu bestimmen, um so eine Vorstellung vom Gesammtglykogenbestand des Neugebornen zu gewinnen.

Die Bewältigung so grosser Massen, die gleichzeitig vorzunehmende Ausführung so vieler Bestimmungen wäre bei Benutzung einer anderen Methode kaum möglich gewesen.

Die folgende Tabelle enthält eine Uebersicht der Resultate, die an enthäuteten, exenterirten und halbirten Kindsleichen gewonnen wurden.

Nummer des Versuches	Körpergewicht in g	Welche Hälfte?	Gewicht der Hälfte in g	Gewicht des aschehaltigen Glykogens in g	Aschegehalt des Glykogens in g	Gewicht des aschefreien Glykogens in g	Differenz im Glykogengehalt der Muskulatur beider Hälften in g	Gewicht der lufttrockenen Knochen in g	Glykogengehalt der Muskulatur in %
I	3330	linke	772,0	12,8330	0,0696	12,7634	0,3138	68,3	1,81
		rechte	762,0	13,2743	0,1971	13,0772		68,5	1,89
II	2050	linke	467,0	3,7768	0,0160	3,7608	0,0289	34,0	0,87
		rechte	461,0	3,7417	0,0098	3,7319		34,3	0,87
III	2200	linke	458,0	5,3010	0,1000	5,2010	0,0248	37,0	1,24
		rechte	473,0	5,3370	0,1112	5,2258		38,6	1,20

Der Glykogengehalt der einzelnen Organe todtgeborner Kinder ergibt sich aus folgender Tabelle

Nummer des Versuches	Name des untersuchten Organs	Neugeborner I Gewicht: 3330,0 g			Neugeborner II Gewicht: 2050,0 g			Neugeborner III Gewicht: 2200		
		Gewicht d. untersuchten Organs g	Gewicht des aschefreien Glykogens in g	Glykogengehalt des Organs in %	Gewicht des untersuchten Organs in g	Gewicht des aschefreien Glykogens in g	Glykogengehalt des untersuchten Organs in %	Gew. des unters. Organs in g	Gewicht des aschfreien Glykogens in g	Glykogengehalt des untersuchten Organs in %
I	Muskulat.	1397,2	25,8406	1,85	859,7	7,4927	0,87	855,4	10,4268	1,22
II	Leber	137,2	2,9534	2,15	87,0	1,0292	1,2	66,0	0,6880	1,0
III	Lunge	68,0	0,0723	0,10	39,0	0,0558	0,14	35,0	0,0680	0,19
IV	Herz	17,0	0,0214	0,12	15,0	0,0003	0,002	14,0	0,0359	0,25
V	Gehirn	397,0	0,0338	0,008	310,0	0,0558	0,018	371,0	0,0673	0,018
VI	Darm	nicht bestimmt			46,0	0,3916	0,85	99,0	0,0416	0,04
VII	Nieren				nicht bestimmt			20,0	Spuren	—
VIII	Pankreas				nicht bestimmt			3,5	„	—
IX	Thymus				8,5	0,0	—	7,0	„	—
X	Milz				5,5	0,0	—	6,0	„	—
XI	Haut				397	0,2043	0,051	417	0,2776	0,066
XII	Uterus				4,5	0,0020	0,044	—	—	—
XIII	Hoden							1,5	0,0	—
Gesammtglykogenbest.			28,9215			9,2317			11,6052	

Auf 1 kg Körpergewicht kommen:

beim Neugebornen I 8,68 g Glykogen
„ „ II 4,50 g „
„ „ III 5,28 g „

Die näheren Details sind aus den nachfolgenden Protokollen zu ersehen.

Versuch I.

Todtgebornes, männliches Kind der Dienstmagd Barbara S. 19. Mai 1885 1 Uhr 30 Min. nachm.: Der Herzschlag des Kindes ist schlecht. 2 Uhr 15 Min. nachm. Forceps angelegt, vier Tractionen. 2 Uhr 20 Min. nachm. Entwicklung des Kindes, welches noch Herzschlag zeigt. Wiederbelebungsversuche sind vergeblich. — Die Leiche wird sofort auf Eis gelegt. Gewicht des Kindes 3330 g.

Nachdem die Haut sorgfältig abpräparirt, werden Brust, Bauch und Schädelhöhle in der Medianlinie geöffnet und die eingeschlossenen Organe herausgenommen. Der übrige Körper wird darauf in der Medianlinie mit einem starken Knorpelmesser durchschnitten. Alle diese Operationen wurden in einem kühlen Raume vorgenommen. Sämmtliche Theile der Kindsleiche lagen bis zu dem Moment, wo sie in siedendes Wasser kamen, auf Eis.

Es kamen die Leber 5 Uhr 30 Min., die Lunge 6 Uhr 45 Min., das Herz 6 Uhr 40 Min. nachm., die beiden Körperhälften 7 Uhr 10 Min. nachm. in siedendes Wasser. Das Gehirn wurde 7 Uhr 15 Min. nachm. mit Aether versetzt.

Versuch II.

Todtgeborner, weiblicher Zwilling der Dienstmagd Leonore A. 16. Juni 1885 4 Uhr 30 Min. vormittags wird der eine Zwilling lebend geboren. Der Fötalpuls des anderen ist nicht deutlich zu hören. 5 Uhr 50 Min. vorm. Blasensprung.

Keine Pulsation der Nabelschnur, kein Herzschlag zu constatiren. Das Kind wird 6 Uhr 20 Min. vorm. todt geboren. Die auf Eis gelegte Kindsleiche, deren Gewicht 2050 g beträgt, kommt 10 Uhr 30 Min. vorm. zur Verarbeitung.

Paniculus adiposus schwach entwickelt. In der Brusthöhle findet sich reichlich seröse Flüssigkeit. Die Präparation der Organe, sowie die Halbirung wird wie in Versuch I vorgenommen.

In's siedende Wasser kommen die beiden Körperhälften 12 Uhr 55 Min. nachm., die Haut 11 Uhr 45 Min. vorm., die Leber 12 Uhr vorm., die Lunge 12 Uhr 15 Min. nachm., die Thymus 12 Uhr 15 Min. nachm., der Magen und Darm 12 Uhr 20 Min nachm., die Milz 12 Uhr 20 Min. nachm., der Uterus mit den Tuben 1 Uhr 10 Min. nachm., das Gehirn wird 1 Uhr 50 Min. nachm. mit Aether versetzt.

Versuch III.

Todtgebornes, männliches Kind der eklamptischen Arbeiterin Gertrude K. 10. August 1885 5 Uhr 50 Min. vorm. wird das Kind durch Wendung auf die Füsse und nachfolgende Extraction tief scheintodt entwickelt. Belebungsversuche waren vergeblich. — 8 Uhr 50 Min. kommt die 2200 g schwere Leiche zur Verarbeitung. Am rechten Fusse ist das subcutane Gewebe stark mit Blut infiltrirt. Ebenso findet sich ein Bluterguss zwischen Trachea, Oesophagus und Wirbelsäule. Die Präparation der einzelnen Organe erfolgt wie früher. 10 Uhr 30 Min. vorm. kommen die beiden Hälften, 9 Uhr 5 Min. vorm. die Placenta, 9 Uhr 10 Min. vorm. der Nabelstrang, 10 Uhr vorm. das Herz, 9 Uhr 35 Min. vorm. die Leber, 10 Uhr 45 Min. vorm. die Thymus, 10 Uhr 45 Min. vorm. die Nieren, 10 Uhr 35 Min. vorm. die Lungen, 10 Uhr 10 Min. vorm. die Milz, 10 Uhr 50 Min. vorm. die Hoden, 10 Uhr 30 Min. vorm. das Pankreas und zu derselben Zeit Magen und Darm in siedendes Wasser.

Böhm und Hoffmann[1]) überzeugten sich „durch mehrere Versuche, dass (bei der Katze) in den übrigen Körperorganen, d. h. Centralnervensystem, Milz, Magen und Darmkanal für gewöhnlich keine wägbaren Mengen von Kohlehydraten enthalten sind". Wie die vorhergehende Tabelle lehrt, bestehen beim menschlichen Neugebornen dieselben Verhältnisse in der Vertheilung des Glykogens, so dass bei Bestimmung des Gesammtglykogenbestandes für gewöhnlich nur Leber und Muskulatur zu berücksichtigen sind, da der Glykogengehalt der übrigen Organe (Gehirn, Lunge, Herz, Darm, Pankreas, Nieren, Thymus, Milz, Hoden, Uterus, Ovarien und Haut) wohl ohne erhebliche Fehlerquelle vernachlässigt werden kann.

So wünschenswerth es wäre, auch bei Thieren über den Glykogengehalt der einzelnen Organe Aufschluss zu gewinnen, so braucht wohl auch hier nur der Glykogengehalt von Leber und Muskulatur berücksichtigt zu werden, da beim menschlichen Neu-

1) Böhm und Hoffmann a. a. O. S. 272.

gebornen, dessen Organe ja allgemein als sehr reich an Glykogen gelten, der Glykogengehalt der oben angeführten Organe sich nur auf wenige Decigramme beläuft (beim Neugebornen II auf 0,7098 g, beim Neugebornen III auf 0,4904 g Glykogen.)

Ist der Glykogengehalt symmetrischer Muskeln gleich?

Es werden beim Hunde direct nach dem Tode durch Verbluten symmetrische Muskeln der Extremitäten frei präparirt und möglichst gleichmässig ausgeschnitten.

Nummer des Versuches	Name des Muskels	Welche Seite?	Gewicht des Muskels in g	Gewicht des aschehaltigen Glykogens in g	Aschegehalt des Glykogens in g	Gewicht des aschefreien Glykogens in g	Differenz im Glykogengehalt des rechten u. linken Muskels in g	Glykogengehalt des Muskels in %
I	quadriceps	linke	113,3	0,6962	0,0028	0,6934	0,0565	0,61
	femoris	rechte	119,3	0,6389	0,0020	0,6369		0,53
II	biceps	linke	18,2	0,0469	0,0008	0,0461	0,0159	0,25
	brachii	rechte	17,0	0,0303	0,0001	0,0302		0,18
III	biceps	linke	25,5	0,0428	0,0010	0,0418	0,0026	0,16
	brachii	rechte	25,8	0,0506	0,0062	0,0444		0,17

Die Uebereinstimmung der Versuche I und III ist eine genügende. Die Unterschiede in II sind etwas erheblicher und dürften sich dadurch erklären, dass bei Verarbeitung kleiner Muskelmengen (18,2 resp. 17 g) und bei geringem Gehalt an Glykogen ein etwaiger Verlust im Endresultat weit mehr hervortritt.

Im Ganzen wird man den Glykogengehalt der hier untersuchten symmetrischen Muskeln als gleich bezeichnen können.

Schon O. Nasse[1]) hat gefunden, dass

der Glykogengehalt verschiedener Muskelgruppen procentisch verschieden ist.

Allerdings erhielt er dieses Resultat mit Hilfe einer Methode, welche ihm nur erlaubte, „sehr annähernd" die richtigen Glykogenmengen zu „berechnen"[2]). Aus meinen Versuchen, die sich auf den Glykogengehalt symmetrischer Muskeln beziehen, ergibt sich dasselbe

1) O. Nasse, Bemerkungen zur Physiologie der Kohlehydrate. Pflüger's Arch. 1877 Bd. 14 S. 481.

2) a. a. O. S. 481.

Resultat, indem der bei demselben Hunde in verschiedenen Muskelgruppen gefundene Procentgehalt an Glykogen beträchtlich differirt, obschon auch hier darauf geachtet wurde, dass die Muskeln zu gleicher Zeit in siedendes Wasser kamen.

Nr. des Versuches	Name des Muskels	Gewicht des Muskels in g	Aschefreies Glykogen in g	Glykogengehalt in %
I	biceps brachii	25,8	0,0444	0,17
	quadriceps femoris	119,3	0,6369	0,53
II	biceps brachii	18,2	0,0461	0,25
	quadriceps femoris	148,8	0,4760	0,32

Die folgende Tabelle enthält noch weitere Versuche, die so eingerichtet wurden, dass sie sich mit denen von O. Nasse vergleichen lassen.

Nummer des Versuches	Versuchsthier	Welche Muskulatur?	Gewicht der Muskulatur in g	Gewicht des aschehaltigen Glykogens in g	Aschegehalt des Glykogens in g	Gewicht des aschefreien Glykogens in g	Glykogengehalt in %
I	Hund	Rückenmuskulatur	100	0,1403	0,0057	0,1346	0,135
		Muskulatur vom Hinterbein (Adductoren)	100	0,0770	0,0002	0,0768	0,077
II	Kaninchen	Rückenmuskulatur	90	0,3815	0,0060	0,3755	0,417
		Muskulatur vom Hinterbein (Adductoren)	100	0,4560	0,0122	0,4438	0,444

Nach Versuch I enthält die Rückenmuskulatur des Hundes erheblich mehr Glykogen als die der Adductoren des Hinterbeins, während O. Nasse, wie aus der nachfolgenden von ihm aufgestellten Tabelle [1]) hervorgeht, in beiden Muskelgruppen ganz gleiche Mengen

	Kaninchen				Hund		Katze
	1	2	3	4	1	2	
Rückenmuskeln	0,94	0,93	0,68	0,95	0,97	0,69	0,54
Adductores femoris	0,74	0,74	0,47	0,7	0,97	0,69	0,86

1) O. Nasse, Chemie und Stoffwechsel d. Muskeln in Hermann's Handb. der Physiologie 1879 Bd. 1 1. Abth. S. 281.

fand. Nach den von O. Nasse am Kaninchen ausgeführten Versuchen sind die Rückenmuskeln dieses Thieres stets reicher an Glykogen als die Adductoren des Hinterbeins. In meinem Versuche zeigen sich dagegen nur geringe Unterschiede, die wohl innerhalb der Fehlergrenzen liegen dürften.

Von Interesse dürfte es sein, den procentischen Glykogengehalt des Herzmuskels mit dem der Körpermuskulatur zu vergleichen.

Menschlicher Neugeborner	Glykogengehalt der Körpermuskulatur in %	Glykogengehalt des Herzmuskels in %
I	1,85	0,12
II	0,87	0,002
III	1,22	0,25

Die auffallende Differenz erklärt sich zur Genüge aus den Versuchen von Weiss[1]) und E. Külz[2]).

In wie weit wird der Glykogengehalt vom Körper getrennter Muskeln durch Brutwärme beeinflusst?

Von der Leber ist es längst bekannt, dass der Glykogengehalt nach der Entfernung aus dem Organismus abnimmt, wenn auch diese Abnahme in mancher Beziehung überschätzt worden ist. Ueber das Verhalten des Muskels in dieser Hinsicht liegen Bestimmungen von Böhm[3]) vor. In einer ersten Reihe von Versuchen verglich derselbe „den Glykogengehalt der Muskeln unmittelbar nach dem Tode und nach Ablauf von 1—2 Stunden".

„Die Differenzen, welche der Glykogengehalt der beiden Körperhälften in den folgenden vier Versuchen aufweist, liegen innerhalb der Fehlergrenzen, und es zeigt sich somit, dass in dem Zeitraum von 2 Stunden 15 Min. nach dem Tode jedenfalls keine erhebliche Abnahme des Glykogens in den Muskeln stattfindet."

1) Weiss, Zur Statik des Glykogens im Thierkörper. Sitzungsber. der Wiener Akad. 64 Julih. 1871.

2) E. Külz, Ueber den Einfluss angestrengter Körperbewegung auf den Glykogengehalt der Leber. Pflüger's Archiv Bd. 24 S. 41.

3) Böhm, Ueber das Verhalten des Glykogens und der Milchsäure im Muskelfleisch. Pflüger's Archiv Bd. 23 S. 52.

Versuchs-Nummer	A Glykogen in % sofort nach dem Tode	B Zeitraum zwischen dem Eintritt des Todes und der Untersuchung der zweiten Körperhälfte	Glykogen in % in den Muskeln der zweiten Körperhälfte
I	0,13	1 Stunde 10 Min.	0,16
II	0,10	1 „ 55 „	0,15
III	0,39	2 „ — „	0,34
IV	0,33	2 „ 15 „	0,38

„Die zweite Versuchsreihe bezieht sich auf Thiere, die nach dem Abpräpariren der Muskeln der ersten Körperhälfte sofort nach dem Tode und nach Entfernung des Felles und der Brust- und Baucheingeweide bis zum Eintritt der Erstarrung im geheizten Zimmer liegen blieben, die dritte auf solche, welche nach dem Abpräpariren, Ausbalgen und Ausweiden bis zum Eintritt der Starre in einem kalten Raume (ca. 4° R.) frei aufgehängt wurden [1].“

Nummer des Versuchs	Glykogen in % in der unmittelbar nach dem Tode untersuchten Körperhälfte	Zeitraum vom Tode bis zum Eintritt der Starre, resp. der Beginn d. Untersuchung der zweiten Körperhälfte	Glykogen in % der zweiten Körperhälfte	Bemerkungen
		II. Reihe.		
V	0,59	6 Stunden — Min.	0,41	Das ausgebalgte und ausgeweidete Thier bleibt im warmen Zimmer liegen.
VI	0,038	7 „ 15 „	0,025	
VII	0,90	7 „ — „	0,68	
VIII	0,90	24 „ — „	0,68	
IX	0,276	24 „ — „	0,170	
X	0,99	8 „ 30 „	0,46	
		III. Reihe.		
XI	0,71	18 Stunden — Min.	0,71	Das ausgebalgte und ausgeweidete Thier wird in einem kalten Raume frei aufgehängt. 3 Tage Hunger [2])
XII	0,40	6 „ — „	0,39	
XIII	0,28	18 „ — „	0,28	
XIV	0,036	24 „ — „	0,041	

„Das Resultat dieser Versuche lautet also: 1. Die Starre hat allein keine Abnahme des Muskelglykogens zur Folge (Versuch XI bis XIV)“.

1) a. a. O. S. 53.
2) a. a. O. S. 54.

„2. Wo sich die Processe der Fäulniss und Starre combiniren, nimmt der Glykogengehalt der Muskeln zwar merklich ab, ohne indessen vollständig zu verschwinden [1]".

Gewisse Versuche, welche im hiesigen physiologischen Institute angestellt wurden, liessen es wünschenswerth erscheinen, zu bestimmen, in wie weit der Glykogengehalt der Muskulatur beeinflusst wird, wenn dieselbe vom Körper getrennt der Brutwärme ausgesetzt

(Tabelle I zu S. 82.)

Versuchsthier	Nummer des Versuches	Körpergewicht des lebenden Thieres in g	Gewicht des Hinterschenkels ohne Fell in g	Gewicht der lufttrockenen Knochen in g	Temperaturen, welchen die einzelnen Schenkel ausgesetzt waren	Dargestelltes Muskelglykogen mit Asche in g	Aschegehalt des Glykogens in g	Aschefreies Muskelglykogen in g	Glykogengehalt der Muskulatur in %
Kaninchen	I	1400	120,0	11,5	15° C.	0,1708	0,0028	0,1680	0,15
			118,0	11,8	40° C.	0	0	0	0
	II	2190	197,0	18,0	15° C.	0,2230	0,0069	0,2161	0,12
			193,7	18,7	40° C.	0,0801	0,0	0,0801	0,04

(Tabelle II zu S. 82.)

Versuchsthier	Nummer des Versuches	Zum Versuch dienten	Bezeichnung d. Körperhälfte, welcher d. Muskelstück entstammte	Bemerkung über die Verarbeitung des Muskelstückes	Gewicht des Muskelstückes in g	Gewicht des aschehaltigen Glykogens in g	Aschegehalt des Glykogens in g	Gewicht des aschefreien Glykogens in g	Glykogengehalt in %
Hund	I	symmetrische Muskelpartien vom Rücken	linke	Sofortige Verarbeitung	100	0,1403	0,0057	0,1346	0,135
			rechte	Verarbeitung nach 4 stündigem Liegen bei 40° C.	100	0,0477	0,0035	0,0442	0,044
	II	symmetrische Muskelstücke der Hinterbeine (Adductoren)	linke	Sofortige Verarbeitung	100	0,0770	0,0002	0,0768	0,077
			rechte	Verarbeitung nach 4 stündigem Liegen bei 40° C.	100	0,0240	0,0012	0,0228	0,023

1) a. a. O. S. 54.

Versuchsthier	Nummer des Versuches	Zum Versuch dienten	Bezeichnung d. Körperhälfte, welcher d. Muskelstück entstammte	Bemerkung über die Verarbeitung des Muskelstückes	Gewicht des Muskelstückes in g	Gewicht des aschehaltigen Glykogens in g	Aschegehalt des Glykogens in g	Gewicht des aschefreien Glykogens in g	Glykogengehalt in %
Kaninchen	III	symmetrische Muskelpartien vom Rücken	linke	Sofortige Verarbeitung	90	0,3815	0,0060	0,3755	0,417
			rechte	Verarbeitung nach 4 stündigem Liegen bei 40° C.	90	0,0272	0,0045	0,0227	0,025
	IV	symmetrische Muskelstücke der Hinterbeine (Adductoren)	linke	Sofortige Verarbeitung	100	0,4560	0,0122	0,4438	0,444
			rechte	Verarbeitung nach 4 stündigem Liegen bei 40° C.	101	0,0342	0,0049	0.0293	0,029

wird. Zur Entscheidung dieser Frage wurde in zwei Versuchen die eine hintere Extremität eines Kaninchens sofort nach dem Tode mit dem Felle während vier Stunden im Brutofen einer Temperatur von 40° C. ausgesetzt, die andere bei gewöhnlicher Temperatur von 15° C. belassen. (Versuch I und II in der Tabelle I S. 81.) Die Details der weiteren, in dieser Richtung angestellten Versuche sind in der Tabelle II enthalten.

Aus allen Versuchen dürfte hervorgehen, dass eine Temperatur von 40° C. nach vierstündiger Einwirkung den Glykogengehalt vom Körper getrennter Muskeln beträchtlich herabzusetzen vermag.

Es erscheint demnach immer rathsam, Muskeln und überhaupt wohl Organe, die nicht gleich verarbeitet werden können, auf Eis aufzubewahren oder sie eventuell gefrieren zu lassen.

Ist das Glykogen in der Leber gleichmässig vertheilt?

v. Wittich[1]) bezweifelte aus theoretischen Gründen die gleichmässige Vertheilung des Glykogens in der Leber.

1) v. Wittich, Zur Statik des Leberglykogens. Centralbl. f. d. med. Wiss. 1875 S. 113—118.

Luchsinger[1]) bemerkt hierzu: „Wenn auch die Ansicht, dass nicht jede Leberzelle mit gleicher Intensität arbeitet, gewiss viel Wahrscheinlichkeit besitzt, so dürfte denn doch diese periodische Thätigkeit der Zellen sich keineswegs um die verschiedenen Lappen kümmern, und dürfte vielmehr in jedem Lappen das Verhältniss zwischen gerade arbeitenden und nicht arbeitenden Zellen dasselbe sein."

Luchsinger war diese Frage von Wichtigkeit für seine an der Leber angestellten Durchblutungsversuche. Um den ursprünglichen Glykogengehalt der Leber vor der Durchblutung kennen zu lernen, band er vor der Durchströmung mit Zuckerblut einen Controllappen ab und berechnete aus dem Glykogengehalt des letzteren den der ganzen Leber.

Diese Annahme Luchsingers bestätigten Seegen und Kratschmer[2]); sie glauben gezeigt zu haben, „dass Zucker wie Glykogen in der Leber ganz gleichmässig vorhanden sind, und dass die Leber in dieser Hinsicht als Einheit anzusehen ist." Zur Bestimmung des Glykogens bedienten sie sich des wiederholten Extrahirens der Leber mit Wasser.

Nach D. Barfurth[3]) bilden die Beobachtungen v. Wittich's über den verschiedenen Glykogengehalt der einzelnen Leberlappen „ein Analogon zu der von anderen Drüsen (Speicheldrüsen, Milchdrüsen, Nieren) bekannten Thatsache, dass die Drüsenthätigkeit und im Zusammenhange damit das morphologische und physiologische Verhalten des Parenchyms durch die ganze Masse hindurch nicht gleichmässig ist."

R. Külz[4]), welcher zur Vergleichung des Kaliverfahrens mit der Extractionsmethode den Glykogengehalt verschiedener Stücke derselben Leber bestimmte, kann sich dahin aussprechen, „dass das Glykogen in der Leber wenigstens annähernd gleich vertheilt

1) Luchsinger, Experiment. und krit. Beitr. zur Phys. und Path. des Glykogens. Dissertation. Zürich 1875 S. 63.

2) Seegen und Kratschmer, Ueber Zuckerbildung in der Leber. Pflügers Archiv Bd. 22 S. 223.

3) D. Barfurth, Vergleichend histochemische Untersuch. üb. d. Glykogen. Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. 25 S. 275.

4) R. Külz, Zur quantitativen Best. des Glyk. Zeitschr. f. Biol. Bd. 22 S. 187.

ist.“ Das Endresultat über den Werth beider Methoden fasst er dahin zusammen, dass zwar die Bestimmungen unter sich gut vergleichbar sind, dass aber die Kalimethode schliesslich höhere Werthe ergiebt, und also auch das Lebergewebe vollständiger erschöpft wird.

In meinen Versuchen wurde die Leber sofort nach dem Tode des Versuchsthieres, welches 3—4 Tage vorher reichlich mit Kohlehydraten gefüttert wurde, meist der natürlichen Lappung entsprechend in drei Theile getheilt, und die möglichst rasch gewogenen Leberstücke genau zu gleicher Zeit in bereitstehende Schalen mit siedendem Wasser gebracht. Nachdem die Stücke ordentlich durchgekocht, wurden sie sorgfältig zerkleinert und in einem Becherglase, mit der entsprechenden Menge KOH versetzt, auf dem Wasserbade bis zur völligen Auflösung erhitzt.

Die Tabelle der folgenden Seite enthält die Resultate. Es wurde die aus jedem einzelnen Leberstücke erhaltene Glykogenmenge auf das Gewicht der anderen Lappen verrechnet, um aus dem schliesslich gewonnenen Resultat einen Rückschluss auf die Schärfe und Genauigkeit der Methode machen zu können.

Während bei kleineren Thieren wohl immer die ganze Leber zur Bestimmung zu verwenden sein dürfte, wird es sich bei grösseren Thieren auf Grund der vorliegenden Bestimmungen empfehlen, nur ein Stück der Leber in Arbeit zu nehmen und nach dem Kaliverfahren zu behandeln. Es bietet dieses Vorgehen folgende Vortheile:

1. Man kann die Wägung des grössten, nicht zur Bestimmung verwendeten Leberstückes in aller Musse vornehmen.
2. Ein kleines Stück kocht weit schneller und leichter durch, so dass die fermentativen Processe schleunig sistirt werden, resp. gar nicht zur Entwicklung kommen.
3. Bei der Bewältigung so grosser Massen und bei dem Auswaschen so grosser Niederschläge laufen immerhin Fehlerquellen unter, die zusammengenommen vielleicht grösser sind, als der Fehler ist, welcher aus der Berechnung des Glykogengehalts der Leber aus dem eines Stückes resultirt.
4. Man kann in verschiedenen Portionen der nicht verwandten Leber noch andere Stoffe bestimmen, die durch das Kali-

Nummer des Versuches	Versuchsthier	Gewicht der ganzen Leber in g	Nummer des Leberstückes	Gewicht des einzelnen Leberstückes in g	Gewicht des aschefreien Glykogens in d. einzelnen Leberstücken in g	Gewicht des aschefreien Glykogens der einzelnen Leberlappen berechnet auf das Gewicht			
						des Leberstückes 1 in g	des Leberstückes 2 in g	des Leberstückes 3 in g	des Leberstückes 4 in g
I	Meerschweinchen	36,0	1	10,0	1,4446	1,4446	1,5056	1,4279	
			2	11,0	1,6562 } 5,2427	1,5890 } 5,2005	1,6562 } 5,4203	1,5707 } 5,1405	
			3	15,0	2,1419	2,1669	2,2585	2,1419	
II	Kaninchen	80,0	1	28,0	2,5307	2,5307	2,6679	2,6425	
			2	24,5	2,3344 } 7,4605	2,2144 } 7,2306	2,3344 } 7,6225	2,3122 } 7,5501	
			3	27,5	2,5954	2,4855	2,6202	2,5954	
III	Hahn	29,1	1	10,7	0,1574	0,1574	0,1635	0,1665	
			2	9,0	0,1375 } 0,4412	0,1325 } 0,4283	0,1375 } 0,4446	0,1401 } 0,4529	
			3	9,4	0,1463	0,1384	0,1436	0,1463	
IV	Frosch	1,6	1	0,50	0,0448	0,0448	0,0453	0,0505	
			2	0,55	0,0498 } 0,1502	0,0493 } 0,1434	0,0498 } 0,1449	0,0556 } 0,1617	
			3	0,55	0,0556	0,0493	0,0498	0,0556	
V	Frosch	2,08	1	0,71	0,0491	0,0491	0,0462	0,0352	
			2	0,83	0,0541 } 0,1300	0,0574 } 0,1438	0,0541 } 0,1355	0,0412 } 0,1032	
			3	0,54	0,0268	0,0373	0,0352	0,0268	
IV	Hund[1])	198,8	1	32,5	1,6863	1,6863	1,6408	1,6274	1,6125
			2	32,8	1,6560 } 6,4828	1,7019 } 6,6571	1,6560 } 6,4775	1,6425 } 6,4246	1,6274 } 6,3657
			3	32,0	1,6024	1,6604	1,6156	1,6024	1,5877
			4	31,0	1,5381	1,6085	1,5651	1,5523	1,5381

1) Dieser Versuch ist der Arbeit von R. Külz entnommen a. a. O. S. 185.

verfahren, aber auch durch andere Methoden zerstört resp. verändert worden wären.

5. Gewiss ist auch die Ersparniss an Zeit, Mühe und Kosten in Anschlag zu bringen.

Die Brauchbarkeit der Kalimethode wurde auch bei den meisten anderen Organen des thierischen Körpers erprobt, so bei: Lunge, Darm, Pankreas, Herz, Nieren, Milz, Thymus, Hoden, Uterus, Placenta, Nabelstrang, Haut, Gehirn, Knorpel und endlich auch beim Eiter.

Glykogengehalt der Lunge.

In der Literatur finden sich folgende Angaben über den Glykogengehalt der Lunge:

Bernard[1]) wies mit Hilfe des Mikroskopes Glykogen in der Lunge „eines 1—2 cm langen Embryos" nach. Abeles[2]) konnte nach dreitägiger Brodfütterung bei Hunden in den Lungen immer Glykogen nachweisen.

D. Barfurth[3]) schreibt: „In den Lungen zweier Kaninchen, die ich gelegentlich untersuchte, fand ich kein Glykogen, ebensowenig in den Lungen von Winterfröschen und einer Lacerta stirpium".

Paschutin[4]) hat in den Lungen von Hunden, die am Tage vorher mit Fleisch gefüttert waren, „mit wenigen Ausnahmen fast immer Glykogen" aufgefunden.

Meine Bestimmungen erstrecken sich auf den Glykogengehalt der Lungen von drei menschlichen Neugebornen und einer Ochsenlunge. Ich erhielt ohne Schwierigkeit mit Hilfe des modificirten Kaliverfahrens hieraus wägbare Mengen von Glykogen.

---

1) Bernard, Claude Bernard's Vorlesungen über den Diabetes etc. Deutsch von Posner 1878 S. 323.

2) Abeles, Verbreitung des Glykogens im thierischen Organismus. Centralbl. f. d. med. Wissensch. Vorläuf. Mitth. 1876 S. 84.

3) D. Barfurth, Vergleichend-histochemische Untersuchungen über das Glykogen. Archiv f. mikrosk. Anatom. Bd. 25 S. 285.

4) Paschutin, Ueber Kohlehydratentartung der Gewebe. Centralbl. für die med. Wissensch. 1884 S. 692.

Die Lunge stammt:	Gewicht der frischen Lunge in g	Gewicht des dargestellten Glykogens in g	Glykogengehalt der Lungen in %
vom Neugebornen I	68,0	0,0723	0,10
„ „ II	39,0	0,0558	0,14
„ „ III	35,0	0,0680	0,19
von einem Ochsen	207,0	0,1743	0,08

Das dargestellte Glykogen opalescirte in wässeriger Lösung stark, gab deutlich die Jodreaction und reducirte, mit menschlichem Parotidenspeichel saccharificirt, deutlich Kupferoxyd.

Vorkommen des Glykogens in den Nieren.

Ehrlich [1]) fand bei Diabetikern an der Grenze zwischen Mark und Rinde eigenartige Zellen, über die er sich in folgender Weise ausspricht: „Behandelt man diese Zellen mit Jod, so überzeugt man sich davon, dass der, so zu sagen leere Eindruck, den sie machen, ein trügerischer ist, indem sie auf das dichteste mit Glykogen durchsetzt sind".

Paschutin [2]) konnte es einige Male in den Nieren von Hunden in Spuren nachweisen.

D. Barfurth [3]) bestätigt lediglich Ehrlichs Angaben.

Die beiden Nieren vom menschlichen Neugebornen III lieferten mit Hilfe des modificirten Kaliverfahrens Spuren einer Substanz, welche sich in Wasser mit Opalescenz löste, deutlich die Jodreaction gab und nach der Saccharification entschieden Kupferoxyd reducirte.

Glykogengehalt des Herzens.

Während nach Mac Donnel [4]) und v. Wittich [5]) das Glykogen im Herzen von Neugebornen fehlt, stellte Weiss [6]) aus dem

1) Ehrlich, in Th. Frerichs, Ueber den plötzlichen Tod etc. Zeitschrift f. klinisch. Medicin. Bd. 6 S. 38.

2) Paschutin, a. a. O. S. 692. 3) D. Barfurth, a. a. O. S. 279.

4) Mac Donnel, citirt bei v. Wittich's Physiol. d. Aufsaugung etc. Hermann's Handb. d. Physiol. Bd. 5, 2 Th. S. 367.

5) v. Wittich, ebenda S. 367.

6) Weiss, (citirt bei Luchsinger, a. a. O. S. 14.) Zur Statik des Glykogens im Thierkörper. Sitzb. d. Akad. d. Wissensch. I. Abth. LXIV. Juliheft 1871.

Herzen eines Hundes, welches er allerdings, um der postmortalen Zersetzung des Glykogens keine Zeit zu gönnen, nicht gewogen hatte, 0,510 g Glykogen nach Brücke dar. Ebenso fand Luchsinger[1]) im Herzen eine „amyloide Substanz". Genaue quantitative Bestimmungen liegen nicht vor.

Die von mir mit Hilfe der Kalimethode in den Herzen der drei menschlichen Neugebornen und in zwei Kalbsherzen gefundenen Glykogenmengen sind folgende:

Nummer des Versuches	Das Herz stammt	Gewicht des Herzens in g	Gewicht des dargestellten Glykogens in g	Glykogengehalt des Herzens in %
I	vom Neugebornen I	17,0	0,0214	0,12
II	„ „ II	15,0	0,0003	0,002
III	„ „ III	14,0	0,0359	0,25
IV	vom Kalb I	148,0	0,2420	0,16
V	„ „ II	195,0	0,0601	0,03

Vorkommen des Glykogens in der Milz.

Abeles[2]) konnte Glykogen in der Milz von diabetischen Leichen qualitativ nachweisen.

Paschutin[3]) fand es einige Male in Spuren.

Pavy[4]) wies Glykogen in der Milz nach.

Ich untersuchte mit Hilfe des Kaliverfahrens die Milzen der menschlichen Neugebornen II und III und die Milz von einem Ochsen. Aus der Milz vom Neugebornen II erhielt ich gar kein Glykogen, aus der vom Neugebornen III Spuren einer Substanz, welche sich in Wasser mit Opalescenz löste, die Reaction mit Jodjodkalium nur schwach gab, aber, mit menschlichem Parotidenspeichel saccharificirt, deutlich Kupferoxyd reducirte. Aus 240 g einer Ochsenmilz wurden 0,038 g einer Substanz dargestellt, die

1) Luchsinger, a. a. O. S. 14.

2) Abeles, Glykogengehalt verschiedener Organe im Coma Diabeticum. Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1885 S. 451.

3) Paschutin, a. a. O. S. 692.

4) Pavy, A new line of research bearing on the physiol. of sugar in the animal system. Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1882 S. 100 ref. v. Salkowski

dasselbe Verhalten zeigte, wie die aus der Milz vom Neugeborenen III erhaltene.

Ueber das Vorkommen des Glykogens in der Thymus finden sich in der Literatur keine Angaben. Die Thymus vom Neugebornen III lieferte nur Spuren einer Substanz, welche sich in Wasser mit Opalescenz löste, eine sehr schwache Jodreaction gab und mit menschlichem Parotidenspeichel saccharificirt Kupferoxyd reducirte.

Vorkommen des Glykogens im Pankreas.

Während Ehrlich[1]) auch nicht mikroskopisch im normalen Pankreas Glykogen nachweisen konnte, wurde es darin von Pavy[2]) gefunden. Mit Hilfe des Kaliverfahrens machte die Darstellung von Spuren einer Substanz aus dem Pankreas vom Neugebornen II, welche sich in Wasser mit schwacher Opalescenz löste, die Jodreaktion nur schwach gab, aber mit menschlichem Parotidenspeichel saccharificirt deutlich Kupferoxyd reducirte, keine Schwierigkeit.

Glykogenbestand des Darmtractus.

Bernard[3]) fand mit Hilfe des Mikroskopes, dass die Glykogenzellen der Darmschleimhaut nur eine gewisse Zeit der embryonalen Entwicklung hindurch bestehen.

D. Barfurth[4]) fand Glykogen in grossen Mengen im Darmepithel des Meerschweinchenembryos, allerdings auch nur mit Hilfe des Mikroskopes.

Brücke[5]) wies Glykogen in der Muskulatur des Schweinemagens nach.

Ich bestimmte mit Hilfe des Kaliverfahrens den Glykogenbestand vom Darm des menschlichen Neugebornen II und III und vom Kaninchendarm. Die gefundenen Glykogenmengen sind folgende:

1) Ehrlich, (in Th. Frerichs, Ueber den plötzlichen Tod etc.) Zeitschrift f. klin. Med. Bd. VI. 1883 S. 38.

2) Pavy, a. a. O. S. 100.

3) Bernard, a. a. O. S. 323.

4) D. Barfurth, a. a. O. S. 275.

5) Brücke, Ueber eine neue Methode, Dextrin und Maltose aus thierischen Flüssigkeiten abzuscheiden etc. Sitzungsber. d. Wiener Akad. LXIII 2. Abth. 1871 S. 220.

Nummer des Versuches	Der Darm stammt:	Gewicht des Darms in g	Gewicht des dargestellten Glykogens in g	Glykogengehalt des Darms in %
I	vom menschl. Neugebornen I	46,0	0,3916	0,85
II	„ „ „ III	99,0	0,0416	0,04
III	von einem Kaninchen	185,0	0,1013	0,05

Der Darm wurde bei jeder dieser Bestimmungen von der Mitte des Oesophagus bis zum Anfange des Rectums sorgfältig freipräparirt, sodann in kaltem Wasser tüchtig abgespült, feucht gewogen und in siedendes Wasser gebracht. Das erhaltene Darmglykogen opalescirte sehr schön in wässriger Lösung, gab deutlich die Jodreaction und reducirte, mit menschlichem Parotidenspeichel behandelt, deutlich Kupferoxyd.

Im Anschluss hieran suchte ich zu prüfen, in wie weit der Glykogengehalt der Darmwand durch eingeführte Glykogenbildner beeinflusst wird.

Zu diesem Zwecke wurden 4 Kaninchen abgesetzt. Nach einer Carenz von 6 Tagen bekamen zwei derselben 20 g Rohrzucker in wässeriger Lösung per os beigebracht. 18 Stunden darauf wurden alle 4 Kaninchen durch Verbluten aus den Carotiden getödtet und der Glykogengehalt der Darmwand bestimmt. In diesen Versuchen ist, wie untenstehende Tabelle lehrt, keine Beziehung zwischen dem Glykogengehalt der Darmwand und der eingeführten Nahrung zu bemerken. Es ist jedoch nicht auszuschliessen, dass bei einem längeren oder kürzeren Zwischenraum zwischen Einführung der Zuckerlösung und der Tödtung des Thieres sich doch ein Zusammenhang erkennen lassen wird.

Nummer des Versuches	Gewicht des lebenden Kaninchens nach 6 täg. Carenz in g	Art der Behandlung	Gewicht des Darms in g	Gewicht des dargestellten Darmglykogens in g
I	1950	20 g Zucker injicirt	173,0	0,0288
II	1823	absolute Carenz	165,0	0,0189
III	1790	20 g Zucker injicirt	164,0	0,0521
IV	1670	absolute Carenz	137,0	0,0523

Vorkommen des Glykogens im Geschlechtsapparate.

Luchsinger[1]) fand Glykogen im Hoden von Sommer- und Winterfröschen und von gut genährten Hunden.

Kühne[2]) konnte Glykogen im Hoden des Hundes unmittelbar nach der Castration nachweisen.

D. Barfurth[3]) wies in der Placenta des Meerschweinchens Glykogen nach; in der Placenta des Kaninchens fand er Riesenzellen, die von Glykogen erfüllt waren.

Meine Bestimmungen erstrecken sich auf den Glykogengehalt der menschlichen Placenta und des menschlichen Nabelstrangs, sowie des Uterus und des Hodens vom menschlichen Neugebornen II und III. Die Placenten, welche ich ebenfalls der Güte des Herrn Professor Dr. Ahlfeld verdanke, wurden direct nach ihrer Ausstossung in einem Porzellaneimer auf Eis in das physiologische Institut gebracht und dort sofort in Arbeit genommen. Aus diesen Organen liess sich mit Hilfe des Kaliverfahrens das Glykogen ohne Schwierigkeiten darstellen. Der Hoden erwies sich als glykogenfrei.

Nummer des Versuches	Name des untersuchten Organs	Gewicht des untersuchten Organs in g	Gewicht des dargestellten Glykogens in g	Glykogengehalt der Organe in %
I	Placenta a	491,5	0,4363	0,09
II	„ b	472,0	0,3248	0,07
III	„ c	292,0	0,2921	0,10
IV	Nabelstrang a	44,0	0,1410	0,32
V	„ b	31,0	0,0849	0,27
VI	„ c	18,0	0,1063	0,59
VII	Hoden	1,5	0	—
VIII	Uterus	4,5	0,0020	0,04

Das dargestellte Glykogen opalescirte in wässriger Lösung sehr schön, gab deutlich die Jodreaction und reducirte, mit menschlichem Parotidenspeichel saccharificirt, deutlich Kupferoxyd.

1) Luchsinger, a. a. O. S. 14 und Pflüger's Archiv Bd. 8 S. 302 Anm. 2.

2) Kühne, citirt bei Gorup-Besanez, Lehrbuch d. physiolog. Chemie. 1878 S. 730.

3) D. Barfurth, a. a. O. S. 312.

Glykogengehalt des Gehirns.

Die Angaben über das Vorkommen von Glykogen im Gehirn sind sehr verschieden.

Paschutin[1]) fand Glykogen nur in solchen Hundegehirnen, die künstlich in Entzündung versetzt waren, aber niemals im Gehirn normaler Hunde.

F. W. Pavy[2]) konnte im Gehirn Glykogen nachweisen.

Abeles[3]) constatirte, „dass das Gehirn der an Diabetes Gestorbenen beträchtliche Mengen Glykogen enthält".

D. Barfurth[4]) fand im Gehirn von Meerschweinchen kein Glykogen.

Zur Darstellung des Glykogens wurde das aus der Schädelhöhle entfernte Gehirn in einer Reibschale zerrieben und darauf in einem Kolben reichlich mit Aether versetzt. Hierin blieb das Gehirn im Durchschnitt acht Tage. (Es richtete sich danach, wie es mit der Zeit zur Verarbeitung passte). Während dieser Zeit wurde es täglich mehrmals tüchtig durchgeschüttelt. Einmal wurde der Aether durch neuen ersetzt. Nachdem hinreichend mit demselben geschüttelt war, wurde er abgegossen und die gleiche Menge absoluten Alkohols hinzugesetzt. Nach 3—4 Tagen wurde auch der Alkohol abfiltrirt und der letzte Rest des noch vorhandenen Aethers und Alkohols auf dem Wasserbade verjagt. Hierbei wurde stets darauf geachtet, dass der Gehirnbrei sich nicht erst langsam erwärmte, sondern, dass er sofort in siedendes Wasser eingetragen wurde. Nachdem Aether und Alkohol verdampft waren, kam der Gehirnbrei — mit etwa 400 ccm Wasser in ein hohes Becherglas übergeführt — in den Dampftopf und wurde während 5—6 Stunden einem Drucke von drei Atmosphären ausgesetzt. Nach Eröffnung des Dampftopfes fand sich im Becherglas eine rothbraune, durchsichtige Flüssigkeit und am Grunde derselben ein pulveriger Bodensatz. Aus dieser Lösung wurden die Eiweisskörper nach Brücke

1) Paschutin, a. a. O. S. 694.
2) Pavy, a. a. O. S. 101.
3) Abeles, a. a. O. S. 450.
4) Barfurth, a. a. O. S. 297.

entfernt und zu dem resultirenden klaren Filtrat, welches gar nicht opalescirte, die doppelte Menge Alkohol von 95 % hinzugesetzt.' Am andern Tage hatte sich stets am Boden der Filtrirstutze ein weisser Niederschlag gebildet. Derselbe wurde abfiltrirt, wie oben gewaschen und getrocknet; sodann nochmals gelöst, aufs neue ausgefällt, gewaschen und bei 110° getrocknet zur Wägung gebracht.

Die aus den Gehirnen der drei Neugebornen auf diese Weise erhaltene Substanz sah getrocknet schneeweiss aus, war pulverig und löste sich in destillirtem Wasser mit Opalescenz. Die Lösung gab mit Jodjodkalium dunkelburgunderrothe Färbung, welche beim Erwärmen verschwand und beim Erkalten wiederkehrte. Mit menschlichem Parotidenspeichel saccharificirt, reducirte die Substanz deutlich Kupferoxyd. Es handelte sich demnach um Glykogen, die Mengen waren jedoch, wie folgende Zusammenstellung zeigt, im Verhältniss zum Gewicht des Gehirns sehr gering.

Nummer des Versuches	Abstammung des Gehirns	Gewicht des Gehirns in g	Gewicht des dargestellten Glykogens in g	Glykogengehalt in %
I	vom Neugebornen I	397,0	0,0338	0,008
II	" " II	310,0	0,0558	0,018
III	" " III	371,0	0,0673	0,018

Um dem Einwand zu begegnen, es könne durch den lang dauernden Druck von drei Atmosphären ein Theil des Glykogens zersetzt werden, wurde folgender Controlversuch angestellt:

0,8240 g aschefreies, reinstes Glykogen werden in destillirtem Wasser gelöst und im Soxhlet'schen Dampftopf 5 Stunden lang einem Druck von 3 Atmosphären ausgesetzt. Nach Eröffnung des Topfes zeigte sich die Lösung unverändert stark opalescirend, sie wird mit dem doppelten Volum Alkohol von 96 % versetzt, und der erhaltene Niederschlag, bei 110° getrocknet, zur Wägung gebracht. Auf diese Weise wurden 0,7695 g einer Substanz erhalten, welche alle Eigenschaften des Glykogens zeigte.

Glykogengehalt des Knorpels

Im Knorpel wurde mit Hilfe des Mikroskopes Glykogen von vielen Autoren nachgewiesen, so von Rouget[1]), Mac Donnel[2]), Ranvier[3]), Neumann[4]) und Barfurth[5]). Jaffé[6]), dem es nicht gelang, Glykogen aus Kalbsknorpel in Substanz darzustellen, erhielt aus der chorda dorsalis von Petromyzon eine Substanz, welche alle Eigenschaften des Glykogens zeigte.

Ausser Jaffé hat sich auch Paschutin[7]) der Mühe unterzogen, aus Knorpel Glykogen darzustellen. Nachdem er sich überzeugt hatte, dass „Knochen und Knorpel ihr Glykogen gar nicht an das destillirte Wasser abgeben, wenigstens nicht nach sechsstündigem Kochen bei gewöhnlichem Druck", kochte er das embryonale Skelet des Rindes in einer Lösung von kohlensaurem Natron aus und behandelte nach der Methode von Brücke die Flüssigkeit weiter.

Auf diese Weise fand er „nicht nur immer Glykogen", sondern gewann auch die Ueberzeugung, „dass das embryonale Skelet zu den an Glykogen sehr reichen Geweben zählt". Ueber den Glykogengehalt der grossen Knochen der Extremitäten und der Rippenknorpel spricht er sich folgendermassen aus: „Es fand sich in den Knochen wie in den Knorpeln gesunder Hunde immer Glykogen und zwar in den Knochen sehr wenig, bloss Spuren von Glykogen, dagegen viel in den Knorpeln, welche ihrem Glykogengehalt nach gleich nach Leber und Muskeln kommen, ja sie stehen vielleicht den Letzteren gleich. Genauere quantitative Bestimmungen des Glykogens habe ich nicht ausgeführt, sondern mich mit der colori-

---

1) Rouget, Des substances amyloides; de leur rôle dans la constitution des tissus des animaux. Journal de la physiol. T. 3 1859 p. 308.

2) Mac Donnel, Recherches sur la substance amyloide etc. Journal de la physiol. T. 6 1863 p. 554.

3) Ranvier, Technisches Lehrbuch der Histologie. Uebers. v. Nicati und Wyss 1877 S. 258, 263.

4) Neumann, Die Jodreaction der Knorpel- und Chordazellen. Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. 14 S. 54.

5) Barfurth, a. a. O. S. 300, 301.

6) Jaffé, citirt bei Barfurth, a. a. O. S. 300.

7) Paschutin, a. a. O. S. 691.

metrischen Methode, welche zuerst von Goldstein vorgeschlagen wurde, begnügt".

Marchand [1]) fand, dass „die Vergrösserung der Knorpelhöhlen in der Nähe des Knochens auf Vermehrung des Glykogens beruht oder wenigstens mit derselben Hand in Hand geht".

Folgende Bestimmungen können die Angaben Paschutin's bestätigen.

Nummer des Versuches	Ursprung des Glykogens	Gewicht des feuchten Knorpels in g	Gewicht des dargestellten Glykogens in g	Glykogengehalt des Knorpels in %
I	Rindsembryo I	12,0	0,1030	0,86
II	„ II	10,0	0,0723	0,72

Das zur Darstellung dieses Glykogens verwandte Verfahren ergibt sich aus den folgenden Protokollen:

I. 26. März 1885. Ein Rindsembryo wird 6 Stunden nach Herausnahme aus dem mütterlichen Leibe aus seinen Eihäuten entfernt. Er wiegt 273 g. Die knorpeligen Theile dieses Embryos werden sorgfältig von allen Weichtheilen befreit. (Diaphysen und Centra der zukünftigen Schädelknochen waren schon verknöchert.) Im Ganzen wurden 12 g Knorpel erhalten. Derselbe wird in siedendes Wasser gebracht, worin er eine Stunde kocht.

Am 27. März 1885 wird der Knorpel, welcher sich in dem siedenden Wasser nicht gelöst hatte, im Dampftopfe 4 Stunden einem Drucke von 3 Atmosphären ausgesetzt. Nach 4 Stunden war der Knorpel bis auf eine geringe Menge staubförmigen Pulvers vollständig gelöst.

Ein Versuch, aus der klaren, etwas opalescirenden Lösung eine Fällung zu erhalten, misslang. Es resultirte nur eine trübe, gelbliche, beinahe gar nicht filtrirende Flüssigkeit. Das bereits erhaltene, trübe, milchige Filtrat wird deshalb wieder mit der noch übrigen Flüssigkeit vereinigt und zu der ganzen Menge so lange Ammoniak

1) Marchand, Ueber eine Geschwulst aus quergestreiften Muskelfasern mit ungewöhnlichem Gehalte an Glykogen, nebst Bemerkungen über das Glykogen in einigen fötalen Geweben. Virchow's Arch. 1885 Bd. 100 S. 56.

zugesetzt, bis wieder eine klare Lösung vorhanden ist. Aus dieser ammoniakalischen Lösung wird das Glykogen mit dem doppelten Volumen Alkohol von 95 % ausgefällt, abfiltrirt, ausgewaschen und getrocknet; sodann nochmals gelöst, wieder ausgefällt, abfiltrirt, gewaschen und bei 110° getrocknet zur Wägung gebracht.

Beim Rindsembryo II, welcher schon 2 Stunden nach dem Tode des Mutterthieres zur Verarbeitung kam, wurde zu dem im Dampftopf zerkochten Knorpel reichlich Ammoniak sofort zugesetzt und im übrigen verfahren wie bei Embryo I.

Das auf diese Weise aus beiden Embryonen dargestellte Glykogen löste sich in Wasser mit Opalescenz, bildete ein schneeweisses Pulver, gab sehr deutlich die Jodreaction und reducirte, mit menschlichem Parotidenspeichel saccharificirt, deutlich Kupferoxyd.

Glykogengehalt der Haut.

In der Haut fanden verschiedene Autoren Glykogen: Claude Bernard[1]) und Mac Donnel[2]) wiesen mit dem Mikroskope in der Haut Glykogen nach und fanden ebenso wie Rouget[3]), dass alle „productions cornées de la peau sont remplies de plasma amylacé".

Paschutin[4]) fand bei Hunden mit wenigen Ausnahmen in der Haut fast immer Glykogen.

D. Barfurth[5]) wies dasselbe mit Hilfe des Mikroskopes in der Haut vom Meerschweinchen und Kaninchen nach. Er fand es reichlicher in der Nähe kräftig wachsender Haare.

Mit Hülfe des modificirten Kaliverfahrens erhielt ich aus der Haut vom Neugebornen II und III die in der nächsten Tabelle verzeichneten Mengen einer weissen, pulverigen Substanz, welche deutlich die Jodreaction gab, sich in Wasser mit Opalescenz löste und saccharificirt Kupferoxyd reducirte.

---

1) Bernard, De la matière glykogène etc. p. 327 u. Vorlesungen über den Diabetes, deutsch von Posner S. 320.

2) Mac Donnel, a. a. O. S. 566.

3) Rouget, a. a. O. S. 321

4) Paschutin, a. a. O. S. 692.

5) Barfurth, a. a. O. S. 275 und 307.

Nummer des Versuches	Ursprung des Glykogens	Gewicht der Haut in g	Gewicht des dargestellten Glykogens in g	Glykogengehalt der Haut in %
I	Neugeborner I } Haut	397,0	0,2043	0,051
II	„ II } Haut	417,0	0,2776	0,066

Der zwar bequeme, aber trügerische mikroskopische Nachweis, über dessen Tragweite sich Autoren immer noch täuschen, kann selbstverständlich keine Auskunft über den wirklichen Gehalt an Glykogen geben; hierüber entscheidet nur die Waage.

Glykogengehalt der weissen Blutkörperchen.

Salomon[1]) überzeugte sich, dass das Glykogen zu den gewöhnlichen Bestandtheilen des Eiters gehört.

Auch Barfurth[2]) konnte wie Hoppe-Seyler[3]) und Ehrlich[4]) „in weissen, ausgewanderten Blut- d. h. also Eiterkörperchen“ leicht auf mikroskopischem Wege Glykogen nachweisen. Ihnen gegenüber steht Naunyn[5]), welcher sich dahin ausspricht, „dass man in frisch gebildetem Eiter Glykogen nicht findet“. Er fährt fort: „Wenigstens gelang es mir nicht, auch nur Spuren von Glykogen nachzuweisen in 1200 ccm direct in kochendes Wasser entleerten Eiters aus einem im Verlaufe von wenigen Tagen zur Entwicklung gekommenen, einfach entzündlichen Pyothorax“.

Mir standen durch die Güte des Herrn Dr. Roser 2200 ccm Empyemeiter zur Verfügung, aus welchen ich 0,5771 g Glykogen darstellte. Die Details ergeben sich aus dem folgenden Protokolle:

Am 28. November 1885 werden einem Manne von 27 Jahren in der hiesigen chirurgischen Klinik aus der linken Pleurahöhle mittels Brustschnitt und Rippenresection ca. 3000 ccm Eiter abgelassen. Am 30. November 1885 kommt der Eiter, welcher bis dahin in einem ungeheizten Raume gestanden hatte, zur Verarbeitung. Die Eiter-

1) Salomon, Verhandl. d. physiol. Gesell. zu Berlin 1877—78 Nr. 17.

2) Barfurth, a. a. O. S. 305.

3) und 4) Hoppe-Seyler u. Ehrlich cit. bei Barfurth a. a. O. S. 305.

5) Naunyn, Beiträge zur Lehre vom Diabetes mellitus. Arch. f. experim. Path. u. Pharmak. Bd. 3 S. 95.

Nummer des Versuches	Ursprung des Glykogens	Gewicht des untersuchten Organs in g	Gewicht des dargestellten Glykogens in g	Glykogengehalt des untersuchten Organs in %	Bermerkungen
1	Menschlicher Neugeborner I Muskulatur	1397,2	25,8406	1,85	
2	Menschlicher Neugeborner II Muskulatur	859,7	7,4927	0,87	
3	Menschlicher Neugeborner III Muskulatur	855,4	10,4268	1,22	
4	Menschl. Neugeborner I Leber	137,2	2,9534	2,15	
5	Menschl. Neugeborner II Leber	87,0	1,0292	1,2	
6	Menschl. Neugeborner III Leber	66,0	0,6880	1,0	
7	Menschl. Neugeborner I Lunge	68,0	0,0723	0,1	
8	Menschl. Neugeborner II Lunge	39,0	0,0558	0,14	
9	Menschl. Neugeborner III Lunge	35,0	0,0680	0,19	
10	Ochs. Lunge	207,0	0,1743	0,08	
11	Menschl. Neugeborner I Herz	17,0	0,0214	0,12	
12	Menschl. Neugeborner II Herz	15,0	0,0003	0,002	Das gefundene Glykogen sah schneeweiss aus, war pulverförmig, löste sich in Wasser mit Opalescenz, gab deutlich die Jodreaction u. reducirte mit menschlichem Parotidenspeichel digerirt deutlich Kupferoxyd.
13	Menschl. Neugeborner III Herz	14,0	0,0359	0,25	
14	Herz vom Kalb I	148,0	0,2420	0,16	
15	Herz vom Kalb II	195,0	0,0601	0,03	
16	Menschl. Neugeborner II Haut	397,0	0,2043	0,051	
17	Menschl. Neugeborner III Haut	417,0	0,2776	0,066	
18	Menschl. Neugeborner II Gehirn	310,0	0,0558	0,018	
19	Menschl. Neugeborner III Gehirn	371,0	0,0673	0,018	
20	Menschl. Neugeborner II Darm	46,0	0,3916	0,85	
21	Menschl. Neugeborner III Darm	99,0	0,0416	0,04	
22	Uterus v. menschl. Neug. II	4,5	0,0020	0,044	
23	Placenta vom Menschen I	491,5	0,4363	0,09	
24	Placenta vom Menschen II	472,0	0,3248	0,07	
25	Placenta vom Menschen III	292,0	0,2921	0,10	
26	Nabelstrang vom Menschen I	44,0	0,1410	0,32	
27	Nabelstrang vom Menschen II	31,0	0,0849	0,27	
28	Nabelstrang vom Menschen III	18,0	0,1063	0,59	
29	Empyemeiter	2200 cc	0,5771	0,028	
30	Rindsembryo I Knorpel	12,0	0,1030	0,86	
31	Rindsembryo II Knorpel	10,0	0,0723	0,72	Das Glykogen war weiss, pulverförmig, löste sich in Wasser mit leichter Opalescenz, gab schwach die Jodreaction, reducirte aber mit menschlichem Parotidenspeichel behandelt deutlich Kupferoxyd.
32	Menschl. Neugeb. III Nieren	20,0	Spuren	—	
33	„ „ III Pankreas	3,5	„	—	
34	Menschl. Neugeborner II Thymus	8,5	0	—	
35	Menschl. Neugeborner III Thymus	7,0	Spuren	—	
36	Menschl. Neugeb. I Gehirn	397,0	0,0338	0,008	
37	Menschl. Neugeborner II Milz	5,5	0	—	
38	Menschl. Neugeborner III Milz	6,0	Spuren	—	
39	Ochs. Milz	240,0	0,0380	0,01	
40	Kaninchen. Darm	185,0	0,1013	0,05	Verhielt sich wie Nr. 1 bis incl. 31.

körperchen hatten sich in den zwei Tagen gesenkt, so dass eine Schicht klaren Serums mit der Saugpipette abgehoben werden konnte. Es blieben noch 2200 ccm übrig, welche ohne Wasserzusatz auf dem Wasserbade mit 8 g KOH acht Stunden bis zur völligen Lösung kochten.

Aus dieser Lösung wurde das Glykogen auf die im Anfang dieser Arbeit beschriebene Weise gewonnen.

Die erhaltene Substanz entsprach in allen ihren Eigenschaften vollständig dem Glykogen.

Zur besseren Uebersicht habe ich sämmtliche aus den verschiedenen Organen dargestellten Glykogenmengen in der nebenstehenden Tabelle übersichtlich zusammengestellt. (S. S. 98).

Am Ende dieser Arbeit soll noch auf

Die praktische Bedeutung der Glykogenbestimmung auf optischem Wege

hingewiesen werden.

Die Glykogenbestimmung auf optischem Wege wurde zuerst von E. Külz[1]) vorgeschlagen und die Brauchbarkeit dieser Methode dadurch erhärtet, dass er nach einer möglichst sorgfältigen Bestimmung des specifischen Drehungsvermögens des Glykogens in zahlreichen Versuchen die auf optischem Wege erhaltenen Resultate als gut übereinstimmend mit den gewichtsanalytischen Ergebnissen fand.

Bei Hoppe-Seyler[2]) heisst es: „Für die quantitative Bestimmung des Glykogens hat Külz die Circumpolarisationsmessung vorgeschlagen. Hierzu fehlt es an genauen Bestimmungen der spec. Rotation im einfarbigen Lichte, und ausserdem ist die starke Opalescenz sehr hinderlich".

In der Arbeit Landwehr's[3]) heisst es: „Die von Külz vorgeschlagene Methode scheitert an der starken Opalescenz des nach Brücke dargestellten Glykogens".

1) E. Külz, Ueber eine neue Methode das Glykogen quantitativ zu bestimmen. Pflüger's Arch. Bd. 24 S. 90.

2) Hoppe-Seyler, Handbuch d. Physiol.- u. Pathol.- Chemischen Analyse. 5. Aufl. 1883 S. 132.

3) Landwehr, Ueber eine neue Methode das Glykogen quantitativ zu bestimmen u. s. w. Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 8 S. 165.

Gegenüber den sorgfältigen Bestimmungen von E. Külz, deren Richtigkeit durch die Gewichtsanalyse bestätigt wurde, sind die Bemerkungen von Hoppe-Seyler und Landwehr so lange ohne Belang, als eigentliche Nachprüfungen ihrerseits nicht vorliegen.

Ich hatte Gelegenheit, mich zu überzeugen, dass gerade in den Fällen, wo es sich um grosse Mengen handelt und rasch eine Bestimmung vollendet sein soll, diese Methode sehr gut zum Ziele führt. Die starke Opalescenz kann, reine Lösungen vorausgesetzt, nie hinderlich sein, da man sich die Lösung beliebig mit destillirtem Wasser verdünnen kann. Die Erfahrung hat ergeben, dass man über 0,6%ige Lösungen nur ausnahmsweise hinausgehen kann.

Auch die spec. Drehung ist hinreichend genau bestimmt. Die sorgfältigsten Bestimmungen, die wir Böhm und Hoffmann[1]) einerseits und E. Külz[2]) anderseits verdanken, differiren, wie schon E. Külz hervorhob, im Verhältniss nicht mehr als die verschiedenen Bestimmungen des spec. Rotationsvermögens für den Traubenzucker. Bei den folgenden Versuchen wurde die Drehung durch den Halbschattenapparat von Jelett-Cornu[3]) mit Keilkompensation im 200 mm Rohr ermittelt.

Zuerst bestimmte ich von reinem, aschefreien, mittels des Kaliverfahrens dargestellten Leberglykogen, welches bei 110° bis zum constanten Gewicht getrocknet war, die specifische Drehung nach der Formel

$$[\alpha]D = \frac{53,1 \cdot a}{p}.$$

Nummer des Versuches	a (abgelesene Drehung)	p (Procentgehalt der Lösung)	$[\alpha]D$
I	4,70	1,2170	205,1°
II	3,37	0,9178	195,0°
III	3,85	1,0190	200,6°

im Mittel $[\alpha]D = 200,2°$.

1) Böhm und Hoffmann, Arch. f. exper. Path. u. Pharmak. Bd. 7 S. 492.
2) Pflüger's Arch. Bd. 24 S. 85.
3) Bezogen von Schmidt und Hänsch.

Diese Zahl [1]) wurde bei den in der nächsten Tabelle angeführten Glykogenbestimmungen zu Grunde gelegt, um den polarimetrisch ermittelten Glykogengehalt mit dem durch Wägung gefundenen zu vergleichen.

Bei der Darstellung des Muskelglykogens aus den beiden Körperhälften vom Neugebornen III (Versuch VIII und IX) wurde nach der ersten Fällung das Glykogen nochmals gelöst, die Lösung beiderseits auf 1000 ccm aufgefüllt und mit dem Halbschattenapparat die Drehung der sehr stark opalescirenden Lösungen bestimmt.

Nummer des Versuches	Ursprung des Glykogens	Gewicht des untersuchten Organs in g	Menge des glykogenhaltigen Filtrats in cc	Abgelesene Drehung auf Traubenzucker bezogen in %	Aus der Drehung berechneter Glykogengehalt in g	Gehalt an aschefreiem Glykogen nach Brücke bestimmt in g	Differenz zwischen den auf optischem und gewichtsanalytischem Wege erhaltenen Resultaten in g
I	Muskulatur der Hin- }	268	200	2,4	1,2781	1,3260	0,0529
II	terschenkel vom Hund }	266	100	5,08	1,3474	1,4680	0,1206
III	Leber } v. Hund	--	50	1,2	0,1591	0,1686	0,0095
IV	Muskulatur } v. Hund	—	50	0,9	0,1192	0,1287	0,0095
V	Leber vom }	—	50	0,95	0,1260	0,1302	0,0042
VI	Kaninchen }	—	50	1,52	0,2063	0,1940	0,0123
VII	Muskulatur vom Hund	—	25	0,68	0,0451	0,0458	0,0007
VIII	Muskulat. v. menschl. }	421	1000	1,78	4,7212	5,2010	0,4898
IX	Neugebornen III }	435	1000	1,81	4,8008	5,2258	0,4250

Sodann wurde von je 100 ccm dieser Lösung eine Gewichtsbestimmung ausgeführt [2]). Wie die vorstehende Tabelle ausweist, stimmen die Gewichtsbestimmungen mit den auf optischem Wege erhaltenen Resultaten recht gut überein. Bei den übrigen in derselben Tabelle angeführten Versuchen (I—VII) wurde gleich vom ersten

1) Böhm u. Hoffmann fanden im Mittel 226,07°, E. Külz im Mittel 211°. Es ist recht wohl möglich, dass das Glykogen unter dem Einfluss der Kalilauge zum Theil doch geringfügige Veränderungen erleidet, welche die Drehkraft etwas vermindern. Es wurde deshalb absichtlich die specifische Drehung von einem Leberglykogen bestimmt, das nach dem modificirten Kaliverfahren gewonnen wurde, umsomehr, als dasselbe Kaliverfahren auch bei den gleich mitzutheilenden polarimetrischen Bestimmungen des Glykogens angewandt wurde.

2) Auf die hierdurch erzielte Abkürzung des Verfahrens, das meines Wissens bis jetzt noch von keiner Seite angewandt ist, sei noch kurz hingewiesen.

Filtrat nach Entfernung der Eiweisskörper die Drehung bestimmt. Obschon auch in diesen Versuchen die Lösungen stark opalescirten, zeigt sich dennoch auch hier zwischen den auf optischem Wege erhaltenen Resultaten und den Gewichtsbestimmungen keine erhebliche Differenz.

Ich bin übrigens in der Lage, noch weitere Belege für die Brauchbarkeit und Zuverlässigkeit der Glykogenbestimmung auf optischem Wege zu liefern. Sie stammen von drei, mit beiden Methoden völlig vertrauten Beobachtern (K, A, N), die sämmtlich im hiesigen Institute die Versuche ausführten. Die keiner weiteren Erklärung bedürfenden Resultate finden sich in nebenstehender Tabelle zusammengestellt.

Die specifische Drehung des Glykogens wurde von N. zu 200,0° bestimmt und dieser Werth für die Berechnung dieser Tabelle zu Grunde gelegt.

Nummer des Versuches	Ursprung des Glykogens	Gewicht des untersuchten Organs in g	Menge des glykogenhaltigen Filtrats in cc	Abgelesene Drehung auf Traubenzucker bezogen in % — Beobachter K	A	N	Aus der Drehung berechneter Glykogengehalt in g — Beobachter K u. A	N	Gehalt an aschefreiem Glykogen nach Brücke bestimmt in g	Differenz zwischen den auf optischem und gewichtsanalytischem Wege erhaltenen Resultaten in g — Beobachter K u. A	N
I	Herz vom Kalb 1. Hälfte	125,5	50	1,25	1,25	1,30	0,1662	0,1728	0,1778	0,0116	0,0050
II	Herz vom Kalb 2. „	122,5	50	0,5	0,5	0,5	0,0664	0,0664	0,0642	0,0022	0,0022
III	Herz vom Kalb Ob. Drittel	96,5	50	0,45	0,45	0,45	0,0598	0,0598	0,0601	0,0003	0,0003
IV	Herz vom Kalb Spitze	98,5	50	0	0	0	0	0	0	0	0
V	Kaninchen l. Hälfte	426,5	80	1,05	1,05	1,05	0,2234	0,2234	0,2478	0,0244	0,0244
VI	Kaninchen r. „	662,0	75	2,05	2,05	2,05	0,4082	0,4082	0,4351	0,0269	0,0269

Zum Schlusse will ich noch die in dieser Arbeit gewonnenen Resultate kurz zusammenfassen.

1. Frisch getödtete Thiere und abgestorbene menschliche Früchte lassen sich so halbiren, dass die zu Tage tretenden Gewichtsdifferenzen für die Glykogenbestimmung beider Körperhälften nicht in Betracht kommen.

2. Das von R. Külz ausgearbeitete Kaliverfahren liefert auch bei Bewältigung grosser Massen Resultate, die, was Genauigkeit anbelangt, allen Anforderungen genügen.

3. Die experimentelle Bestätigung der zwar plausiblen, aber bisher nicht bewiesenen Annahme, dass der Glykogengehalt der Muskulatur beider Körperhälften unter normalen Verhältnissen gleich ist, liefert einen neuen Beleg für die Zuverlässigkeit der Kalimethode und gestaltet die Bestimmung des Gesammtglykogenbestandes eines Individuums wesentlich kürzer, leichter und billiger. Eine noch weitere Abkürzung könnte eine solche Bestimmung dadurch erfahren, dass nur in der Hälfte oder in dem dritten Theil der Lösung, die aus dem Zerkochen der Muskulatur mit verdünnter Kalilauge resultirt, der Glykogengehalt ermittelt wird.

4. Gleichzeitig ausgeführte Bestimmungen des Glykogengehalts von Stücken derselben Leber lassen aufs neue die Vorstellung, dass das Leberglykogen im Ganzen gleichmässig vertheilt ist, durchaus gerechtfertigt erscheinen. Man kann somit, wenn es sich darum handelt, den Glykogengehalt grosser Lebern zu ermitteln, nur ein Stück derselben verarbeiten und aus dem Glykogengehalt desselben den der ganzen Leber berechnen.

5. Befunde, welche den Glykogengehalt verschiedener Organe menschlicher Früchte betreffen, stehen im besten Einklang zu der schon von Böhm und Hoffmann gemachten Wahrnehmung, dass bei der Bestimmung des Glykogengehalts eines Individuums nur Leber und Muskulatur zu berücksichtigen sind.

6. Durch zahlreiche vergleichende Bestimmungen ist der Beweis erbracht, das die optische Bestimmung des Glykogens kaum hinter den Gewichtsbestimmungen zurücksteht.

7. Wässerige Glykogenlösungen können ohne erhebliche Verluste im Soxhlet'schen Dampftopf während 6 Stunden einem Drucke von drei Atmosphären ausgesetzt werden.

8. Brutwärme setzt den Glykogengehalt vom Körper getrennter Muskeln innerhalb 4 Stunden sehr erheblich herab.

9. Die Angabe, dass der Glykogengehalt verschiedener Muskelgruppen procentisch verschieden sein kann, beruht zwar auf Bestimmungen, die mit unzureichender Methodik ausgeführt wurden, erweist sich aber trotzdem, wie die nach dem Kaliverfahren von Külz ausgeführten Bestimmungen ergeben haben, als durchaus richtig.

10. Der procentische Glykogengehalt des Herzmuskels ist weit geringer als der der Körpermuskulatur.

11. Der procentische Glykogengehalt verschiedener Stücke ein und desselben Herzens ist verschieden, so dass auch bei grösseren Thieren das ganze Organ zur Bestimmung verwandt werden muss.

12. Aus der Haut eines während der Geburt abgestorbenen Kindes wie aus dem Knorpel eines Rindsembryos wurde absolut reines Glykogen dargestellt.

Nachträge zu den Untersuchungen über die Gärung der Cellulose [1].

Von

H. Tappeiner.

(Aus dem Laboratorium des pathologischen Instituts in München.)

Die folgenden Mittheilungen enthalten keine förmlich neuen Untersuchungen, sondern bilden bloss Ergänzungen zur eben citirten Abhandlung. Der Hauptsache nach schon vor längerer Zeit abgeschlossen, waren sie bestimmt, einer Fortsetzung der Arbeiten über diesen Gegenstand angeschlossen zu werden. Da diese indes, inzwischen eingetretener äusserer Umstände wegen, unterbleiben wird, möge die Veröffentlichung in dieser Form gestattet sein.

I. Untersuchung der Baumwolle, welche zu den Versuchen verwendet wurde.

Zur Verwendung kam Bruns'sche Watte aus der internationalen Verbandstofffabrik in Schaffhausen.

Zunächst wurde die Zusammensetzung der bei 105° getrockneten Wolle durch Verbrennung mittels Kupferoxyd im Sauerstoffstrome ermittelt.

1. 0,2810 gaben 0,4554 Kohlensäure und 0,1580 Wasser und hinterliessen 0,0004 Asche.
2. 0,2160 aus einem anderen Pakete gaben 0,3499 Kohlensäure und 0,1210 Wasser; sie hinterliessen keine Asche.

---

1) Diese Zeitschrift Bd. 20 S. 52 ff.

Für $C_6H_{10}O_5$ berechnet in 100 Theilen	Gefunden in 100 Theilen I	II
C 44,44	44,21	44,17
H 6,17	6,24	6,22

Die gefundene Zusammensetzung stimmt demnach mit der berechneten innerhalb der zulässigen Fehlergrenzen überein, so dass man die zu den Versuchen verwendete Baumwolle als reine Cellulose betrachten kann.

Zu demselben Ergebnisse führte auch eine Untersuchung der Löslichkeitsverhältnisse. 3,4500 lufttrockene Baumwolle wurden nach den Vorschriften von Henneberg und Stohmann nacheinander mit 200 ccm 1,25 procentiger Schwefelsäure und Kalilauge, sowie mit Alkohol und Aether behandelt. Sie wurde hierauf bei 105° getrocknet und ihr Gewicht zu 3,2290 gefunden. Die lufttrockene Baumwolle besass laut einer an einer anderen Portion vorgenommenen Bestimmung einen Wassergehalt von 5,35%.

Hieraus berechnet sich das Gewicht der verwendeten Baumwolle im trockenen Zustande zu 3,2655. Die Baumwolle hat also durch die Behandlung mit den angeführten Reagentien nur um 1,05% an Gewicht abgenommen. Dieser Verlust ist sicher höchstens zum Theil auf eine stattgehabte Lösung von Bestandtheilen der Baumwolle durch die Reagentien zu beziehen, zum grösseren Theile erklärt er sich aus der Schwierigkeit, auch bei grösster Umsicht einen Verlust der fein vertheilten Baumwollfäserchen durch die Decantationen und Filtrationen ganz zu verhüten.

II. Quantitative Untersuchungen über die bei der Cellulose-Sumpfgasgärung entstehenden Gase und Säuren.

Eines der Argumente, aus denen gefolgert wurde, dass die Cellulose im Verdauungscanale der Pflanzenfresser in flüchtige Fettsäuren und Gase durch Gärung zerfalle, bildete die Möglichkeit, eine solche Gärung in Flaschen, die mit Baumwolle und einprocentiger Fleischextractlösung gefüllt waren, durch Inficirung mit Darminhalt zu erzeugen.

Dass die in solchen Flaschen entstandenen Gärungsproducte zum Theil aus der Cellulose stammten, wurde aus Controlversuchen mit einprocentiger Fleischextractlösung ohne Cellulose gefolgert.

Es waren in den ersteren Flaschen constant grössere Gas- und Säuremengen gebildet worden als in den letzteren [1]).

Genauere vergleichende Ermittelungen enthalten die folgenden Versuche, in denen die aus Cellulose-Fleischextractflaschen einerseits, aus Fleischextractflaschen andererseits unter sonst gleichen Umständen producirten Gase und Säuren nach früher angegebenen Methoden bestimmt wurden.

In einer ersten Versuchsreihe wurden sechs Flaschen mit je 250 ccm einprocentiger neutralisirter Fleischextractlösung gefüllt, sterilisirt und nach der Infection mit einem Tropfen Panseninhalt, mit Gasabzugsröhren versehen, in den Thermostaten gestellt. Dasselbe geschah gleichzeitig mit vier Flaschen, welche mit je 250 ccm neutraler Fleischextractlösung und gewogener Baumwolle gefüllt waren.

In allen Flaschen begann einige Stunden nach der Infection eine schwache Gasentwicklung, welche am folgenden Tage sich noch mehr verminderte und am dritten Tage gänzlich zum Stillstand kam. Zwei Fleischextract- und zwei Fleischextract-Celluloseflaschen wurden nun (am vierten Tage) herausgenommen, ihr Inhalt [2]) nach der Filtration mit Phosphorsäure angesäuert, destillirt, bis alle flüchtigen Säuren übergegangen waren. Im salzsäurefreien Destillat wurde ein gemessener Theil mit $^1/_{10}$ Normallauge titrirt, der Rest in das Kalksalz übergeführt und dessen Calciumgehalt bestimmt.

Fleischextractflasche 1 lieferte an flüchtigen Säuren, ausgedrückt in Cubikcentimeter $^1/_{10}$ Normalkalilauge, 91,8 ccm; das Kalksalz enthielt 23,78 % Ca.

Fleischextractflasche 2 gab 86,0 ccm mit 24,03 % Ca. An Gasen wurde aus Flasche 1 entwickelt nach Reduction auf 760 mm Druck und 0° Temperatur 13,5 ccm von der Zusammensetzung: CO_2 18,8, H 16,2, N 65,0; aus Flasche 2 15,0 ccm von der Zusammensetzung: CO_2 16,4, H 6,4, CH_4 9,0, N 68,2.

Aus der Fleischextract-Celluloseflasche 1 wurde erhalten 92,0 ccm Säure mit 22,73 % Calcium des Kalksalzes; ferner 11,3 ccm Gas

---

1) a. a. O. S. 80 und 83.

2) In drei Flaschen von schwach alkalischer, in einer von schwach saurer Reaction.

von der Zusammensetzung: CO_2 32,2, H 13,0; N 54,8. Das Gewicht der angewandten Baumwolle betrug lufttrocken 1,1030 oder wasserfrei, nach einer an einer anderen Probe vorgenommenen Wasserbestimmung, welche 5,71 % Wassergehalt ergab, berechnet 1,0402; es wurden wieder erhalten 1,0400. Fleischextract-Celluloseflasche 2 lieferte 89,2 ccm Säure und 13,7 ccm Gas, beides von sehr ähnlicher Zusammensetzung wie bei Flasche 1. Die angewandte Baumwolle betrug wasserfrei berechnet 0,9783, es wurden wiedererhalten 0,9779.

Das Ergebniss dieser Untersuchungen ist die Constatirung einer Gärung, welche bald nach der Infection auftritt, nur kurz andauert und durch Bildung von flüchtigen Fettsäuren und Entwicklung von geringen Mengen von Kohlensäure, Wasserstoff und (nicht constant) Grubengas characterisirt ist.

Diese Gärung tritt in gleicher Weise sowohl in den Fleischextractflaschen wie in den Fleischextract-Celluloseflaschen auf, in letzteren allerdings (nach anderen Versuchen) nicht constant. Sie ist bedingt durch eine Zersetzung des Fleischextractes. Cellulose wird hierbei, wo sie zugegen ist, unverändert gelassen — eine Beobachtung, welche gegenüber der Behauptung, dass Cellulose bei beliebiger Gärung — resp. Fäulniss aufgelöst werden könne, hervorgehoben zu werden verdient.

Ich gehe nun zurück auf die Beschreibung des Verhaltens der im Thermostaten verbliebenen Flaschen.

Nach Ablauf der beschriebenen Fleischextractgärung blieb vom dritten bis sechsten Tage alles in Ruhe. An diesem Tage aber begann in den beiden Fleischextract-Celluloseflaschen eine neue Gasentwicklung, welche drei Wochen andauerte. Die Fleischextractflaschen verblieben während dieser ganzen Zeit vollständig passiv. Am Schlusse der dritten Woche wurden die Fleischextract-Celluloseflaschen (3 und 4) nebst zwei Fleischextractflaschen (3 und 4) herausgenommen und in vorhin beschriebener Weise auf Gase und Säuren untersucht. Die Reaction des Inhalts war in allen vier Flaschen deutlich sauer.

Fleischextract - Celluloseflasche 3 enthielt 134,4 ccm flüchtige Säure, ausgedrückt in Cubikcentimeter 1/10 Normalkalilauge; das

Kalksalz hatte 22,99 % Ca. An Gas wurde bei der zweiten Gärung [1]) entwickelt, auf 760 mm Druck und 0° Temperatur reducirt, 134,9 ccm, enthaltend:

	ccm	g	Mit Kohlenstoffgehalt in g
CO_2	95,3	0,1876	0,0512
CH_4	33,4	0,0239	0,0179
N	6,2	—	—

Die verwandte Baumwolle wog, wasserfrei berechnet, 1,0977, nach der Gärung 0,6555; es wurden somit gelöst 0,4422.

Fleischextract-Celluloseflasche 4 enthielt 148,2 ccm flüchtige Säure mit 22,7 % Calciumgehalt.

An Gas wurde bei der zweiten Gärung entwickelt, auf 760 mm Druck und 0° Temperatur reducirt 192,5 ccm, enthaltend:

	ccm	g	Mit Kohlenstoffgehalt in g
CO_2	127,3	0,2503	0,0683
CH_4	48,8	0,0349	0,0262
H	0,5	—	—
N	15,9	—	—

Baumwolle wurde verwandt 1,0375, wiedergefunden 0,3875, somit durch die Gärung gelöst 0,6500.

Fleischextractflasche 3 enthielt 106,9 ccm flüchtige Säure mit 23,29 % Ca ihres Kalksalzes; Fleischextractflasche 4 enthielt 100,7 ccm flüchtige Säure mit einem Calciumgehalt gleich dem des vorigen Salzes. Die Säuremenge hat also, trotzdem während der ganzen Zeit keine Gase mehr entwickelt wurden, noch etwas zugenommen.

Bei der Berechnung des Kohlenstoffes, welcher in den Celluloseflaschen in Form von Gärungsproducten aus der Cellulose entsteht, wird man diese Säuremenge bezw. deren Kohlenstoffgehalt in Abzug bringen müssen. Eine solche Rechnung leidet nothwendigerweise an gewissen Unsicherheiten. Ich möchte sie deshalb mehr als einen vorläufigen Versuch, keineswegs als eine Unterlage für weitere Berechnungen angesehen wissen. Die in den Fleischextract-Cellulose-

1) Das bei der ersten Gärung (Fleischextractgärung) entwichene Gas war gesondert aufgefangen worden.

flaschen 3 und 4 gebildeten Säuremengen entsprechen 134,4 und 148,2 ccm 1/10 Normalkalilauge.

Nach bereits veröffentlichten [1]) Analysen bestehen sie aus Gemischen von Essigsäure mit deren Homologen bis zur Valeriansäure. Der Calciumgehalt des Kalksalzes der Flasche 3 würde einem Gemenge von 2,5 Essigsäure und 1 Buttersäure, jener der Flasche 4 einem Gemenge von 2,1 Essigsäure und 1 Buttersäure entsprechen. Hieraus ergiebt sich mit Aequivalent 68,0 bezw. 69,0 gerechnet die Säuremenge der Flasche 3 zu 0,9139 g mit Kohlenstoffgehalt 0,4034, jene der Flasche 4 zu 0,9925 g mit Kohlenstoffgehalt 0,4431. Das Mittel der in den Fleischextractflaschen 3 und 4 gebildeten Säuremenge ist gleich 103,8 ccm 1/10 Normalkalilauge. Nach dem Calciumgehalte des Kalksalzes entspricht es der Zusammensetzung aus 3,1 Essigsäure und 1 Buttersäure. Hieraus ergibt sich mit Aequivalent 66,8 gerechnet das Gewicht der Säure zu 0,6934 mit Kohlenstoffgehalt 0,3019. Mit Zuziehung des Kohlenstoffgehaltes der gasförmigen Gärungsproducte erhält man dann folgende Gegenüberstellung:

Kohlenstoff der gelösten Cellulose in Flasche			Kohlenstoff gefunden in Flasche	
3	4		3	4
0,1965	0,2889	aus CO_2	0,0512	0,0683
		„ CH_4	0,0179	0,0262
		„ Säuren	0,1015	0,1412
		Summa	0,1706	0,2357

Aus dieser Zusammenstellung ergibt sich, dass der in den gasförmigen Gärungsproducten enthaltene Kohlenstoff nicht genügt, den Kohlenstoff der vergorenen Cellulose zu decken, wie dies bei der Zersetzung der Cellulose im Schlamme der Sümpfe nach Hoppe-Seyler der Fall ist. Indess auch mit Hinzunahme des Kohlenstoffs der flüchtigen Säuren, welche in den Cellulose-Fleischextractflaschen mehr gebildet wird als in den Fleischextractflaschen, wird die geforderte Kohlenstoffmenge nicht ganz erreicht. Zur Erklärung dieser Unterbilanz könnte man zunächst an die Möglichkeit denken, dass ein grösserer Bruchtheil der durch die Gärung gebildeten

1) a. a. O. S. 85 ff.

Kohlensäure nicht gasförmig entwichen, sondern in der Fleischextractlösung absorbirt geblieben und dadurch der Bestimmung entgangen sei. Es wurde indes diese Fehlerquelle von Anfang an zu vermeiden gesucht. Nach Vollendung der Gärung wurde nämlich jede Flasche sammt der zugehörigen zum Auffangen der Gärungsgase dienenden Quecksilberwanne so herausgenommen, dass die Gasabzugsröhre noch unter Quecksilber getaucht blieb. Hierauf wurde ein neuer mit Quecksilber gefüllter Auffangcylinder untergestellt und nun die Flasche vorsichtig in kochendes Wasser getaucht, bis keine Gase, sondern nur mehr Wasserdämpfe in den Auffangcylinder übergingen. Auf diese Weise wurden nicht bloss die in der Flasche zurückgebliebenen sichtbaren Gase, sondern auch die absorbirten mit den während der Gärung aufgefangenen vereinigt und gemessen. Es verblieb mithin in den Flaschen nur jene Kohlensäure, welche in stabiler Form, als Monocarbonat an Basen gebunden war.

Dieser Theil ist zu Folge einer vorgenommenen Bestimmung nur gering. Der Inhalt der Fleischextract-Celluloseflasche 3 wurde nach dem eben beschriebenen Auskochen mit verdünnter Schwefelsäure versetzt und die entweichende Kohlensäure in einem gewogenen Liebig'schen Kaliapparat aufgefangen. Die Gewichtszunahme betrug nur 0,025 g, entsprechend 0,007 g Kohlenstoff. Somit eine Zahl, welche das gefundene Kohlenstoffdeficit nur zum geringeren Theile zu decken vermag, weshalb es wahrscheinlich wird, dass bei der Cellulosegärung noch andere unbekannt und daher unbestimmt gebliebene Producte in kleinen Mengen gebildet werden.

Was das Verhältniss zwischen vergorener Cellulose und entwickeltem Grubengas anlangt, so wurde in einem früheren Versuche [1]) 4,7 % erhalten, in diesen beiden beidemale 5,4 %. Die Uebereinstimmung ist indes nur eine zufällige. In einer, in der Folge näher beschriebenen zweiten Versuchsreihe wurde ein noch höherer Werth (6,2 %) erhalten. Es scheint also das Verhältniss innerhalb gewisser, allerdings nicht sehr weiter Grenzen schwanken zu können. Es war dieses Ergebniss in Anbetracht dessen, dass keine Reinculturen den Versuchen zu Grunde liegen, vorauszusehen.

1) a. a. O. S. 88.

Die eben angezogene zweite Versuchsreihe wurde mit zwei Flaschen unternommen, von denen die eine mit 340 ccm einprocentiger Fleischextractlösung, die andere mit 340 ccm einprocentiger Fleischextractlösung und 2,1988 Baumwolle (wasserfrei berechnet) gefüllt war. Die weitere Behandlung der Flaschen war die in der ersten Versuchsreihe angegebene. In der Fleischextractflasche trat am ersten Tage nach der Inficirung eine zwei Tage anhaltende Gasentwicklung auf, in der Cellulose-Fleischextractflasche war eine stärkere Gasentwicklung erst vom fünften Tage ab zu bemerken, sie dauerte drei Wochen. Mitte der vierten Woche wurden beide Flaschen herausgenommen und in angegebener Weise die gebildeten Gase und flüchtigen Säuren untersucht.

Die Fleischextractflasche lieferte 25,9 ccm Gas auf 0° und 760 mm Druck reducirt, bestehend aus 10,1 Kohlensäure, 3,0 Wasserstoff, 4,2 Grubengas und 8,6 Stickstoff; ihre flüchtige Säure verbrauchte 159,5 ccm $^1/_{10}$ Normalkalilauge, das Kalksalz enthielt 22,70% Ca. Dies würde nahezu einem Gemenge von 2,1 Essigsäure und 1 Buttersäure entsprechen, woraus sich die Säuremenge (mit Aequivalent 69,03) zu 1,1005 mit einem Kohlenstoffgehalt von 0,4918 berechnet.

Die Fleischextract-Celluloseflasche entwickelte 291,4 ccm auf 0° und 760 mm Druck reducirtes Gas, enthaltend 191,0 Kohlenstoffdioxyd, 1,7 Wasserstoff, 88,3 Grubengas, 10,4 Stickstoff. Nach Abzug der CO_2 und CH_4 der Fleischextractflasche wurden von diesen Gasen geliefert

$$CO_2 \ 180,9 \text{ ccm} = 0,3542 = 0,0966$$
$$CH_4 \ 81,1 \text{ ccm} = 0,0580 = 0,0436.$$

Die flüchtige Säure verbrauchte zur Neutralisation 242,2 ccm $^1/_{10}$ Normalkalilauge. Ihr Kalksalz hatte 22,84% Ca, entsprechend einem Gemenge von 2,2 Essigsäure und 1 Buttersäure, woraus sich (mit Aequivalent 68,75) die Säuremenge zu 1,6651 und der Kohlenstoffgehalt zu 0,7414 berechnet.

Baumwolle wurde wiedererhalten 1,2591, also gelöst 0,9397. Auf Grund dieser Zahlen erhält man folgende Gegenüberstellung, welche derjenigen des ersten Versuchs sehr ähnlich ist:

Die gelöste Cellulose enthält Kohlenstoff in g	In Form von Gärungsproducten wurde wiedererhalten Kohlenstoff in g aus	
0,4165	CO_2	0,0966
	CH_4	0,0436
	flüchtigen Säuren	0,2496
	Summa	0,3898.

Es bleibt mir noch übrig, des Verhaltens der beiden letzten im Thermostaten verbliebenen Fleischextractflaschen (5 und 6 der ersten Versuchsreihe) zu gedenken. Beide Flaschen verhielten sich noch zwei weitere Wochen ruhig. Dann aber begann eine sehr langsame Entwicklung von Gasen, deren Zusammensetzung folgende war:

	Flasche 5	Flasche 6
CO_2 SH_2	28,0	33,2
CH_4	51,0	47,0
N	0,4	3,6

Nach vier Wochen herausgenommen, zeigten sie beide eine alkalische Reaction und eine Abnahme des Säuregehaltes gegenüber den früher herausgenommenen Flaschen. Es wurden nämlich bei der Titrirung der überdestillirten Säuren nur 92,0 und 94,4 ccm $^1/_{10}$ Normalkalilauge verbraucht. Die entsprechenden Kalksalze enthielten 22,74 und 22,62 % Calcium.

Es deutet dies darauf hin, dass ein Theil der entwickelten Gase durch Zerlegung von fetten Säuren seine Entstehung fand.

III. Asparagin- und Cellulosegärung.

In früheren Versuchen [1]) wurde gezeigt, dass in Flaschen, welche mit Baumwolle, Nägeli'scher Salzlösung [2]) und 0,6 % Asparagin beschickt waren, nach der Infection mit Panseninhalt eine Gärung auftrat, wobei die Baumwolle aufgelöst und flüchtige Säuren nebst gasförmiger Kohlensäure und etwas Wasserstoff gebildet wurden. Da in Controlflaschen, welche mit denselben Mengen von Nägeli-scher Salzlösung und Asparagin ohne Cellulose gefüllt waren, eine nennenswerthe Säuerung und Gasentwicklung nicht eintrat, wurde

1) a. a. O. S. 121—123.

2) 0,2 K_2HPO_4, 0,04 $MgSO_4$, 0,02 $CaCl_2$ auf 100 Wasser.

geschlossen, dass die genannten Stoffe aus der aufgelösten Cellulose durch Gärung erzeugt worden sein mussten.

Ich füge diesen bereits veröffentlichten Versuchen noch einen quantitativ durchgeführten hinzu.

Eine Flasche, gefüllt mit 360 ccm Nägeli'scher Salzlösung, 1,8 g krystallisirtem Asparagin und 3,6955 lufttrockener = 3,5107 g trockener Baumwolle wurde nach der Sterilisirung mit einem Tropfen Panseninhalt inficirt und, mit Gasabzugsröhre versehen, unter Quecksilber mündend, in den Thermostaten gestellt. Nach zwölf Tagen begann eine rege Gasentwicklung, welche nach weiteren zwei Wochen zu Ende war. Die Flasche wurde nunmehr herausgenommen. Die vorher neutrale Reaction war jetzt eine saure. Die Flüssigkeit wurde von der ungelöst gebliebenen Baumwolle durch Filtration getrennt und mit verdünnter Schwefelsäure bis zur stark sauren Reaction versetzt. Hierauf wurden die freien Säuren durch Aether ausgeschüttelt, nach der Entfernung desselben in Wasser aufgenommen und mit den Wasserdämpfen überdestillirt. Bei der Titrirung des chlorfreien Destillates wurden 155,3 ccm $^1/_{10}$ Normallauge verbraucht. Die Analyse des Silbersalzes ergab Zahlen, die einem Gemenge von flüchtigen Fettsäuren entsprechen.

	Berechnet für Silbersalz			gefunden
	essigsaures,	propionsaures,	buttersaures	
C	14,37	19,89	24,62	17,24
H	1,80	2,76	3,58	2,43
Ag	64,67	59,67	55,38	62,25

Das entwickelte und vollständig gesammelte Gas hatte bei 760 mm Druck und 0° Temperatur ein Volum von 172,0 ccm und bestand aus 144,0 CO_2, 10,1 H und 17,9 N.

Die auf dem Filter gesammelte und ausgewaschene Baumwolle wog getrocknet 2,5660 g, es waren somit durch die Gärung gelöst worden 0,9447 g.

Bei einem gleichzeitig angesetzten Controlversuch mit einer gleichgrossen Flasche, welche mit 360 ccm Nägeli'scher Salzlösung und 1,8 krystallisirten Asparagins ohne Cellulose gefüllt war, wurde gar kein Gas entwickelt und an flüchtigen Säuren nur eine sehr geringe Menge, entsprechend 2,9 ccm $^1/_{10}$ Normalkalilauge, gebildet.

Man konnte sich zufolge dieses mit den früheren Controlversuchen übereinstimmenden Ergebnisses für berechtigt halten, sämmtliche in der Asparagin-Celluloseflasche gebildeten Gärungsproducte auf Rechnung der gelösten Cellulose zu setzen. Ein Vergleich des Kohlenstoffgehaltes der vergorenen Cellulose mit jenem der Gärungsproducte ergibt nun

Kohlenstoff der angewandten Cellulose	Kohlenstoff der gebildeten	
0,4198	Kohlensäure	0,0772
	flüchtigen Säuren	0,4312
	Summa	0,5084

Das Gewicht des Kohlenstoffs der Gärungsproducte ist grösser als jenes der aufgelösten Cellulose. Dass auch Asparagin in den Zersetzungsprocess mit hineintreten musste, war vorauszusehen, denn das Asparagin hatte ja die Aufgabe den stickstoffhaltigen Nährstoff für die Gärungsorganismen zu liefern. Die Betheiligung dieses Körpers an der Lieferung der Gärungsproducte ist jedoch so gross, dass die Frage aufgeworfen werden muss, ob hier nicht eine Combination von Asparagin- und Cellulosegärung vorliegt, ungeachtet die Controlversuche ergeben hatten, dass die zu den Versuchen verwendeten halbprocentigen Asparaginlösungen für sich allein durch Panseninfection nicht in Gärung versetzt werden können. Wenn dieser Fall vorliegt, wäre es nicht unmöglich, dass die gefundenen flüchtigen Säuren gar nicht aus der Cellulose, sondern ausschliesslich aus dem mitzersetzten Asparagin stammten. Die zum Versuche verwendeten 1,8 g krystallisirten Asparagins $C_4 H_8 N_2 O_3 + H_2O$ enthalten 0,576 Kohlenstoff, während 0,4312 Kohlenstoff in Form flüchtiger Säuren gebildet worden waren. Der Kohlenstoff des Asparagin würde also zur Bildung dieser Säuren ausreichen, vorausgesetzt, dass nahezu alles Asparagin zersetzt und sein Kohlenstoff ausschliesslich zur Bildung von flüchtigen Fettsäuren verwendet würde. Letztere, schon an und für sich nicht sehr wahrscheinliche Voraussetzung kann indes nicht als zutreffend bezeichnet werden. Denn es lässt sich darthun, dass bei der Gärung des Asparagin nicht blos flüchtige Säuren, sondern auch bedeutende Mengen von Kohlensäure und Bernsteinsäure gebildet

werden. Wie bereits erwähnt können Asparaginlösungen von einem Gehalte unter 0,5% durch Panseninfection nicht in Gärung versetzt werden. Bei concentrirterer Lösung trifft dies aber nicht mehr zu. Wenn man z. B. die Nägeli'sche Salzlösung mit soviel krystallisirten Asparagins versetzt, dass ein Procentgehalt von 3,5 erreicht wird, dann beginnt einige Tage nach der Inficirung eine starke Gärung unter Bildung von Kohlensäure, flüchtigen Fettsäuren und Bernsteinsäure.

Es wird genügen, nur einen der unter diesen Verhältnissen durchgeführten und untersuchten Gärungsversuche ausführlich wiederzugeben.

500 ccm Nägeli'scher Salzlösung, in denen 17,5 g krystallisirten Asparagins (enthaltend 5,600 g Kohlenstoff) gelöst worden waren, wurden mit zwei Tropfen Panseninhalt inficirt. Zwölf Tage hernach trat Gärung unter Gasentwicklung auf, nach zwei Monaten war sie zu Ende. Das während der Gärung gesammelte Gas hatte auf 760 mm Druck und 0° Temperatur reducirt ein Volum von 451,3 ccm und bestand aus

CO_2 440,0
N 11,3

Wasserstoff oder sonstige brennbare Gase wurden keine gefunden, trotzdem ein sehr grosses Gasvolum zur Analyse verwendet worden war.

Der Inhalt der Flasche reagirte vor der Gärung neutral, jetzt mässig stark alkalisch. Beim Versetzen mit verdünnter Schwefelsäure bis zur sauren Reaction fand starke Entwicklung von Kohlensäure statt, die wohl in der Zerlegung des aus dem Asparagin gebildeten Ammoniakcarbonat ihre Ursache hatte. Die saure Flüssigkeit wurde nun mit Aether ausgeschüttelt. Der Auszug reagirte stark sauer. Nach der vorsichtigen Entfernung des Aether wurde der Rückstand mit Wasser aufgenommen und destillirt. Es gingen reichliche Mengen flüchtiger Säuren über, welche in zwei Fractionen aufgefangen und mit Normalkalilauge titrirt wurden. Man verbrauchte hierzu bei der ersten Fraction 26,6 ccm, bei der zweiten 29,2 ccm. Beide Fractionen wurden in die Silbersalze übergeführt und diese analysirt. Die erhaltenen Zahlen entsprechen einem Gemenge niederer Fettsäuren.

0,4640 g des Salzes der Fraction 1 gaben mit Kupferoxyd im Sauerstoffstrome verbrannt 0,3030 CO_2, 0,1030 H_2O und 0,2860 Ag. 0,3755 g des Salzes der Fraction 2 gaben 0,2345 Ag.

	Gefunden		Gefordert für	
	Fraction 1	Fraction 2	Essigsaures Silber	Propionsaures Silber
C	17,81	—	14,37	19,89
H	2,47	—	1,80	2,76
Ag	61,64	62,45	64,67	59,67

Der Destillationsrückstand reagirte auch nach der vollständigen Destillation der flüchtigen Säuren noch stark sauer und erstarrte nach dem Erkalten zu einem Krystallbrei. Die Krystalle wurden von der Mutterlauge getrennt, getrocknet und gewogen. Ihr Gewicht wurde zu 3,0570 g gefunden. Nach dem nochmaligen Umkrystallisiren besassen sie den für Bernsteinsäure angegebenen Schmelzpunkt (180°), desgleichen gab auch ihre Analyse für diese Säure stimmende Zahlen. 0,3265 g der getrockneten Säure gaben mit Kupferoxyd im Sauerstoffstrome verbrannt 0,4855 CO_2 und 0,1495 H_2O.

	Bernsteinsäure verlangt	gefunden
C	40,67	40,54
H	5,08	5,09

Berechnet man den Kohlenstoffgehalt der gefundenen Gärungsproducte, so erhält man

Flüchtige Säuren Fraction 1	0,8301
" " " 2	0,8032
Summa	1,6333
Bernsteinsäure	1,2433
Gasförmige Kohlensäure	0,8653
Summa	3,7419

Der Kohlenstoffgehalt des verwendeten Asparagins beträgt 5,600 g. Der Kohlenstoffgehalt der gefundenen Gärungsproducte erreicht also nicht jenen des angewandten Asparagins. Am Zustandekommen dieser Differenz nehmen vermuthlich mehrere Umstände Theil. Erstens wurde wohl nicht alles Asparagin beim Versuche vergoren; es krystallisirte zwar aus der Flüssigkeit, aus welcher die Säuren durch Aetherausschüttelung entfernt worden waren, nach dem Neutralisiren und Einengen kein Asparagin mehr aus, allein daraus kann nicht ge-

folgert werden, dass alles Asparagin bis auf die letzten Reste bei der Gärung zersetzt wurde.

Zweitens war die Bestimmung der Gärungsproducte nur für die flüchtigen Fettsäuren eine genaue Von der Bernsteinsäure wurde nur der krystallisirte Theil bestimmt, der in der Mutterlauge verbliebene vernachlässigt; ebenso fiel auch der Werth der Kohlensäure um jenen Theil zu niedrig aus, der in der Flasche an Basen (NH_3) gebunden zurückblieb.

Drittens ist es nicht unmöglich, dass die gefundenen Gärungsproducte, nämlich flüchtige Fettsäuren, Bernsteinsäure und Kohlensäure, nicht die einzigen sind, welche bei der Gärung des Asparagin durch Mikroben des Pansens sich bilden. Es wurden hierüber keine weiteren Nachforschungen angestellt, da der Zweck der Untersuchung bereits erreicht war. Sie zeigt, dass in der That nicht einmal die Hälfte des Kohlenstoffs des vergorenen Asparagins in Form flüchtiger Säuren wiedererscheint.

Es erübrigt mir noch mit einigen Worten dem merkwürdigen Verhalten zu gedenken, das die Baumwolle zeigt, wenn man sie zu stärker concentrirten Asparaginlösungen zusetzt und diese in Gärung versetzt. Sie wird nämlich in solchen concentrirteren Asparaginlösungen von der Gärung gar nicht ergriffen, indem sie offenbar durch das vergärende Asparagin gegen den Zerfall geschützt wird. Zum Belege hierfür führe ich drei Versuche an. In denselben wurden Flaschen von 250 ccm Inhalt mit Nägeli'scher Salzlösung, 3,5 % krystallisirten Asparagins und gewogenen Mengen Baumwolle beschickt und mit Panseninhalt inficirt. Nach Ablauf der Gärung wurde die Baumwolle sorgfältig gesammelt, getrocknet und gewogen. Die angewandten Baumwollemengen in den drei Versuchen waren wasserfrei berechnet: 1,2906, 1,5280 und 1,0995. Es wurden wiedererhalten bei 105° getrocknet: 1,2855; 1,5270; 1,0985.

Es konnte somit die Baumwolle bis auf Spuren, die innerhalb der Bestimmungsfehler liegen, wiedergewonnen werden. Es folgt daraus, dass die Baumwolle bei der Gärung stärkerer Asparaginlösungen sich nicht betheiligt, trotzdem übt sie merkwürdigerweise doch einen Einfluss auf diese Gärung aus. Die Gärung läuft nämlich bei ihrer Gegenwart rascher und intensiver ab. Am auf-

fallendsten tritt dies zu Tage bei mittelstarken Asparaginlösungen z. B. 2% krystallisirtem Asparagin in 100 Nägeli'scher Salzlösung. Solche Lösungen gären nach der Infection mit Pansen erst sehr spät oder gar nicht. Ist hingegen Baumwolle zugegen, so beginnen sie schon nach wenigen Tagen Gas zu entwickeln, und die Gärung läuft ebenso intensiv ab wie in Flaschen, die mit 3,5 % Asparaginlösung ohne Baumwolle gefüllt sind.

Worauf dieser gärungsfördernde Einfluss der Baumwolle beruht, lasse ich unentschieden. Ich bemerke nur noch, dass auch die nach dem Verfahren von Henneberg-Stohmann mit Schwefelsäure und Kalilauge behandelte Baumwolle ihn besitzt, er also nicht an Bestandtheile geknüpft sein kann, welche durch die Behandlung mit den erwähnten Reagentien in Lösung gehen und die Brunns'sche Watte möglicherweise noch in kleinen Mengen enthalten haben konnte. Ferner erwähne ich noch, dass auch bei einprocentigen Lösungen von weinsaurem Ammonium in Nägeli'scher Salzlösung ein ganz analoger Einfluss der Baumwolle zu beobachten ist. Bei Anwesenheit von Baumwolle gerathen solche Lösungen nach der Infection in intensive Gärung unter Bildung von Kohlensäure, Wasserstoff und flüchtigen Säuren, ohne dass die Baumwolle angegriffen wird; bei Abwesenheit derselben aber bleiben sie meist ganz passiv.

Ueber die Ausnützung der Thymus, der Lunge und der Leber im Darmkanale des Hundes.

Von

Dr. Emil Bergeat,

Assistent am physiologischen Institut.

(Aus dem physiologischen Institut zu München).

Die nachstehend mitgetheilten Versuche bilden die Fortsetzung der von Voit, Etzinger, Rubner, Politis und Atwater theils am Hunde, theils am Menschen im hiesigen physiologischen Institute ausgeführten Untersuchungen über die Ausnützung der für die Ernährung des Menschen wichtigen dem Thierreiche entnommenen Nahrungsmittel und deren Werth für die Ernährung.

Es wurden bis jetzt in dieser Beziehung geprüft: reines Muskelfleisch, Ei, Milch, Gehirn, Knorpel, Knochen und Bänder.

Abgesehen von der allgemein verbreiteten Anschauung, welche den verschiedenen Organen verschiedenen Nährwerth zuschreibt, sie für verschieden nahrhaft und verdaulich hält, z. B. die Thymus (Bries, Kalbsmilch) als leicht verdaulich, vorzüglich für die Krankenkost geeignet, anspricht, Lunge und Leber dagegen als schwerverdaulich bezeichnet, läge es nahe, für jedes dieser Organe wegen ihrer ungleichen Zusammensetzung, namentlich wegen des verschiedenen Reichthums und Verhaltens des Bindegewebes, eine besondere mehr oder weniger vollständige Lösung und Resorption im Verdauungskanale anzunehmen.

Ueber diese Verhältnisse kann einzig die Untersuchung des bei bestimmter Fütterung abgesonderten Kothes, die Berücksichtigung

seiner Menge und Bestandtheile, soweit sie sich als aus der Nahrung stammend nachweisen lassen, Aufschluss geben. Diese Beurtheilung ist jedoch namentlich für animalische Nahrung ausserordentlich erschwert und die Bestimmung der im Kothe neben den Residuen der Verdauungssäfte enthaltenen Nahrungsreste kaum annähernd möglich. Denn man hat erkannt, dass bei reiner Fleischkost der weitaus grösste Theil, wenn nicht die ganze Menge der Stickstoff führenden Stoffe im Kothe den Verdauungssäften entstammen, dafs Knorpel und Sehnen bis auf geringe Reste gelöst und resorbirt werden und auch bei bedeutender Zufuhr solcher Substanzen die Kothmasse nicht im Verhältniss zum Futter vermehrt wird. Zahlreiche Beobachtungen erweisen, dass auch im Hungerzustande die Wände und Anhänge des Darmkanales fortwährend stickstoffhaltige Stoffe absondern, welche unvollkommen resorbirt im sogenannten Hungerkoth ausgeschieden werden, der von derselben Zusammensetzung wie der Fleischkoth 6—32 g für 100 kg Hund nach der von Fritz Müller zusammengestellten Tabelle beträgt, und mit welchem ca. 4% der im Harn bestimmbaren Stickstoffmenge dem Körper verloren gehen. Auch bei stickstofffreier Nahrung werden beträchtliche, mit vermehrter Zufuhr ebenfalls gesteigerte Stickstoffmengen im Kothe gefunden. Bei einem 7 kg schweren Hunde betrug diese Ausscheidung im Tag nach Fütterung mit 119,1 g trockener Stärke 0,22 g, soviel wie bei Fütterung mit 500 g Fleisch (Rieder) [1]), beim Menschen bis 0,87 g. Dieses Vorkommen von stickstoffhaltigen Stoffwechselproducten im Koth lässt nicht zu, nur aus der Stickstoffausscheidung im Harne die Grösse des Eiweissumsatzes zu normiren, wie das vor kurzem Bleibtreu und Bohland [2]) unternommen haben; noch weniger vermag man aus dem im Harn enthaltenen Stickstoff die in der Nahrung nöthige Eiweissmenge festzustellen, da von den verschiedenen Nahrungsmitteln sehr verschiedene Mengen von Stickstoff unresorbirt bleiben.

An Versuchen, die Residuen der Nahrung von den Stoffwechselproducten zu trennen, hat es nicht gefehlt. Henneberg und Stohmann [3]), Schulze-Märcker, Heiden etc. berechneten

---

1) Rieder, diese Zeitschr. 1884. Bd. 20 S. 378.
2) Bleibtreu-Bohland, Arch. f. d. ges. Physiol. 1886. Bd. 38 S. 1.
3) Henneberg-Stohmann, Beiträge etc. 1864. Heft 2 S. 366.

den in den ausgeschiedenen Gallebestandtheilen enthaltenen Stickstoff und brachten diesen von dem Kothstickstoff in Abzug. Nach Beobachtungen am Gallefistelhund wird der Stickstoffgehalt des Fleischkothes jedoch nicht nennenswerth durch den Ausfall der Galle beeinflusst, da normal das aus den Gallensäuren abgespaltene stickstoffhaltige Glycin und Taurin wieder resorbirt werden; ausserdem stammt der Stickstoff in den Stoffwechselproducten nicht nur aus der Galle, sondern aus mannigfachen Quellen ab, so dass auf diesem Wege befriedigende Resultate nicht erwartet werden können.

Eine in jüngster Zeit von Stutzer [1]) angeregte, von ihm und Pfeiffer [2]) entwickelte Methode könnte geeignet erscheinen, diese Verhältnisse wenigstens für vegetabilische Nahrung zu klären. Eine Probe des zu verfütternden Stoffes oder Gemenges wird mit künstlichem Magensaft und darauf mit künstlichem Pankreassafte verdaut und der nach diesen Operationen ungelöst gebliebene Stickstoff soll nach der Anschauung von Stutzer-Pfeiffer auch bei der natürlichen Verdauung ungelöst bleiben, also im Koth zu finden sein. Pfeiffer unterwirft deshalb den mit demselben Futter gewonnenen Koth — wichtig soll es sein, den frischen Koth zu verwenden — ebenfalls der künstlichen Verdauung, und der darnach ungelöst gebliebene Stickstoff des Kothes entspricht mit einer Schwankung von höchstens 1% genau dem Stickstoff, welcher nach dem vorhergehenden Verdauungsversuche mit dem Futtermittel als in den Verdauungssäften unlöslich zu erwarten ist (Pfeiffer) [3]). Der leitende Gedanke dieser Methode ist, dass die stickstoffhaltigen Substanzen des Futters im Verdauungskanale nur der Wirkung des Magensaftes und Pankreassaftes ausgesetzt seien und diese bei der natürlichen Verdauung, obwohl unter anderen Bedingungen, ebenso wirkten, wie

1) Stutzer, Journal f. Landwirthsch. v. Henneberg 1880. S. 195 u. 435.
— dasselbe. 1881 S. 473.
— Zeitschr. f. phys. Ch. 1885 Bd. 9 S. 212.
— dieselbe. 1886 Bd. 10 S. 153.

2) Pfeiffer, Journal f. Landwirthsch. 1885 S. 187.
— dasselbe. 1883 S. 225.
— Zeitschr. f. phys. Ch. 1886 Bd. 10 S. 170.
— dieselbe 1886 Bd. 10 S. 561.

3) Pfeiffer, Zeitschr. f. physiolog. Chemie. 1887 Bd. 11 S. 1.

ihre künstlichen Surrogate, dass ferner alle die Stoffe, welche den Wänden des Verdauungskanales und seinen Anhängen ihren Ursprung verdanken, im frischen Zustande in den Verdauungssäften löslich sein müssten. Nach beiden Richtungen scheint hierin zu weit gegangen zu sein. Von stickstoffhaltigen Körpern in vegetabilischen Futtermitteln entziehen sich der Lösung durch die Verdauungssäfte die Nucleine, ein Theil der incrustirenden Substanzen und der in Cellulosehüllen eingeschlossenen Eiweisskörper, welche ja bei der Undurchlässigkeit der vegetabilischen Membranen für Pepsin und Trypsin (Hammarsten, Hoppe-Seyler[1]) den Verdauungssäften nur schwer zugänglich sind. Im Darme des Pflanzenfressers muss sich die Lösung günstiger gestalten als bei einem nur 18 Stunden währenden künstlichen Verdauungsversuch. Die namentlich in den unteren Darmabschnitten lebenden Spaltpilze lösen die Cellulose, wodurch die vorher von den Verdauungssäften abgeschlossenen Eiweisskörper, wenn auch nicht einer normalen Verdauung, so doch einer Umwandlung in lösliche Verbindungen (und mit ihnen vielleicht ein Theil der incrustirenden Substanzen) anheimfallen können.

Durch solche Fäulnissprocesse gestaltet sich die Ausnützung bei natürlicher Verdauung insofern zu einer günstigeren, als ein geringerer Bruchtheil des verfütterten Stickstoffs im Koth zur Ausscheidung kommt, wobei aber dem Organismus durch die Zersetzung des Eiweisses, z. B. in Indol etc., vielleicht kein Vortheil erwächst. Andererseits ist nicht zu vergessen, dass manche vom Darme abgegebenen stickstoffhaltigen Stoffe der Lösung durch die künstlichen Verdauungssäfte widerstehen, so die Epithelien, die Residuen der Fermente, ausgeschiedene Nucleine etc., und die demnach den auf die Futtermittel treffenden unlöslichen Stickstoffantheil vermehren helfen. Auch das Mucin ist nicht leicht verdaulich, wie von Eichwald und Giacosa[2]) hervorgehoben wird. Es ist ferner zu beachten, dass das aus dem Koth durch den Magen- und Pankreassaft noch Lösliche nicht allein den Verdauungssäften, sondern auch den Residuen der Nahrung angehört, wenigstens vermag man aus dem Brodkoth vom

1) Hammarsten, Upsala läkareförenings förhandlinger, 1873 Bd. 8 S. 565; Hoppe-Seyler, physiol. Chemie S. 256.

2) Giacosa, Zeitschr. f. ph. Ch. 1882 Bd. 7 S. 40.

Hunde mit jenen Verdauungsflüssigkeiten noch Eiweiss und Stärkemehl zu lösen. Möglich, dass diese Fehler sich bis zu einem gewissen Grade compensiren. Trotzdem genaue Resultate bislang nicht zu erwarten sind, ist der Versuch doch beachtenswerth. Auf diesem Wege hat Pfeiffer[1]) für 100 Theile verdauter Trockensubstanz 0,515 Theile Stickstoff im Kothe als aus Stoffwechselproducten stammend bestimmt, Kellner[2]) 0,4 Theile Stickstoff. Mit Recht betont Pfeiffer, dass diese Zahlen nur für den speciellen Fall von Gültigkeit sein können und die endgültige Entscheidung über den Werth der Futtermittel bis zur Stunde dem Thierversuche vorbehalten sei.

Im hiesigen Laboratorium sind Untersuchungen im Gange, welche die Stutzer-Pfeiffer'schen Angaben beim Fleischfresser beobachten sollen; die Resultate werden in Bälde vorgelegt werden können.

Man wird sich demnach, solange die Zusammensetzung des sog. Hungerkothes nicht genau bekannt ist und es an Methoden fehlt, die Menge der mit dem Hungerkoth wahrscheinlich indentischen vom Verdauungskanale gelieferten Stoffe in jedem Kothe quantitativ zu bestimmen, damit begnügen müssen, den bei Fütterung mit verschiedenen Nahrungsmitteln abfallenden Koth zu vergleichen, das heisst, den relativen Nährwerth derselben zu ermitteln. Dem praktischen Bedürfnisse wird damit vollkommen entsprochen.

Im Folgenden ist die bislang geübte Berechnung beibehalten, indem sowohl im Futter wie im Koth Wasser, Stickstoff, Asche, Phosphorsäure, dann Aether-, Alkohol- und Wasserextract, sowie das procentische Verhältniss der einzelnen Theile im Futter und Kothe bestimmt und die im Kothe gekommenen Mengen mit Vorbehalt als Verlust bezeichnet sind.

Mit einigen Worten sei der im hiesigen Laboratorium geübten Methodik des Versuches gedacht. Als Versuchsthier diente derselbe 22 k schwere weibliche Hund, der seit Jahren zu Ernährungsversuchen benützt wird. Das Thier erhält am 1. Tage etwa 75—100 g

1) Pfeiffer, Zeitschr. f. ph. Ch. 1887 Bd. 11 S. 1.
2) Kellner, Biedermanns Centralbl. f. Agriculturchemie. 1880 S. 763.

ausgekochter und abgeschabter Knochen, hungert den folgenden Tag und wird vom 3. Tage an zu gleicher Stunde drei Tage hintereinander mit der betreffenden Nahrung gefüttert. Am 6. Tage nimmt es eine etwa gleiche Menge Knochen wie am 1. Tage auf, und bleibt solange ohne Futter im Käfig, bis der auf den Versuch treffende Koth zwischen Knochenkoth abgegrenzt abgesetzt ist. Der Harn wird täglich dreimal, die letzte Portion unmittelbar vor der Fütterung mit dem Katheder entleert und die Blase mit 0,2% Karbollösung ausgespült. In der vereinigten Tagesmenge wird der Stickstoff nach Schneider-Seegen, die Phosphorsäure mit der Urantitrirung, die Kynurensäure durch Ausfällung mit Salzsäure nach Voit und Riederer bestimmt. Das Futter wurde jedesmal für die ganze Reihe auf einmal präparirt; die frichen Organe möglichst vom Bindegewebe etc. befreit, die ganze Masse auf dem Wiegebrett zerkleinert und von dem Gemenge sowohl die drei Futterrationen, wie die zur Analyse bestimmten Proben sofort abgewogen. Die zur Gewinnung der Extrakte dienenden Proben wurden zuerst mit Alkohol entwässert, die Alkohollösung abgedampft und der Rückstand der letzteren mit der leicht getrockneten entwässerten Substanz vereinigt und mit Aether bei gewöhnlicher Temperatur, dann mit Alkohol und mit Wasser bei höchstens 50° C. extrahirt. Es sind also in dieser Untersuchung als Alkoholextract die Körper bezeichnet, welche nach Extraction mit Aether in Alkohol übergehen, als Wasserextract alle, die nach Erschöpfung mit Aether und Alkohol durch Wasser aufgenommen werden. In der Futtersubstanz wurde Wasser, Stickstoff (nach Will-Varrentrapp), Asche und Phosphorsäure (nach Fällung mit molybdänsaurem Ammoniak) als pyrophosphorsaure Magnesia bestimmt, die gleichen Operationen mit dem Kothe vorgenommen.

I. Ausnützungsversuch mit Thymus.

5. bis 12. Februar 1885.

Am 5. Februar hungerte das Thier, bekam am 6. Knochen, vom 7.—9. täglich je 700 g des Thymusbreies mit je 100 ccm destillirten Wassers; am 11. war Hungertag, am 12. war mit dem Erscheinen des wohlabgegrenzten Kothes der Versuch beendet. Der Koth war dunkelbraun, harzig, zähe und wog frisch 72,7 g, trocken 30,88 g.

In der folgenden Tabelle I sind die Bestandtheile des Futters und Kothes procentisch angeführt. Die Tabelle II weist die im Futter im Tage aufgenommenen und die im Kothe ausgeschiedenen Mengen der einzelnen Stoffgruppen aus. Die unterste Zeile zeigt das procentische Verhältniss der Einnahmen und Ausgaben, die Einnahmen = 100 gesetzt. Die erhaltene Zahl ergibt, was man als Verlust bezeichnet.

Tabelle I.

	Frisch		Trocken							
	Wasser	Feste Theile	Asche	P_2O_5	N_2	Aether-Extract	Alkohol-Extract	Wasser-Extract	Rück-stand	Summe
Thymus	80,12	19,88	10,74	6,43	13,72	11,52	16,72	15,23	56,25	99,82
Koth	57,45	42,55	23,09	10,64	5,98	25,77	5,60	5,86	63,29	100,52

Tabelle II.

	frisch	trocken	N_2	Asche	P_2O_5	Aether-Extract	Alkohol-Extract	Wasser-Extract	Rück-stand
Thymus	700,00	139,16	19,09	14,94	8,95	16,03	23,27	21,2	78,28
Koth	30,88	10,29	0,62	2,38	1,1	2,65	0,58	0,6	6,512
% Verlust	—	7,397	3,2	15,9	12,29	17,15	2,51	2,85	8,32

Einige der in dieser Tabelle aufgeführten analytischen Ergebnisse fordern eine kurze Berücksichtigung.

Der hohe Wassergehalt der Thymus erklärt sich aus dem bekannten Lymphreichthum des Organes und dadurch, dass die Drüsen jungen Thieren, deren Wassergehalt bekanntlich höher ist als der erwachsener, entnommen sind. Beachtenswerth ist der hohe Gehalt an Aschebestandtheilen und namentlich an Phosphorsäure, welche sich bis zu 59,9 % der Asche erhebt. Mit Ausschluss der Knochen werden wenigstens im Säugethierkörper alle Organe ärmer an Asche gefunden, und selbst das an Phosphor so besonders reiche Gehirn ent-

hält nur 3,47 % seiner festen Substanz an Phosphorsäure ($P_2 O_5$)[1], der Same des Stieres 2,36 % P = 5,4 % $P_2 O_5$[2]) Aus Friedleben's[3]) Analysen erweist sich eine fortwährende Abnahme des Phosphorgehaltes bei zunehmendem Fettgehalte in der Thymusdrüse bis zum vollendeten Wachsthume des Thieres. Unser dermaliges Wissen erlaubt uns nur den einen Schluss, dass die Involution der Drüse mit Fettansammlung Hand in Hand geht. In welcher Bindung sich der Phosphor in der Drüse findet, ist schwer zu sagen; der Gehalt an Lecithin ist nicht unbeträchtlich, 35,7 % des Aetherextractes = 4,11% des trockenen Organes. Nebenbei sei der Hinweis auf den hohen Aschegehalt der Lymphe gestattet, der zwischen 12 und 72 % der festen Bestandtheile schwankt[4]); Odenius und Lang[5]) fanden 12,8%, Preusse[6]) 20,0 % Asche; auch für die Milz gibt Gorup-Besanez bedeutende Aschemengen an, bei Säugern bis 6,5 %, bei Fischen bis 9,2 % der festen Theile; die Angabe desselben[7]), wonach der Aschegehalt der frischen Thymus eines 14 tägigen Kindes nur 0,104 % betrüge, ist von fraglichem Werthe.

Der Stickstoff-Gehalt der trockenen Thymus kommt dem des trockenen Fleisches mit 14,11 %[8]) nahe, während das feuchte Organ mit 2,7 % Stickstoff fast den von Volkmann[9]) gefundenen Mittelwerth für den menschlichen Körper von 2,6 % erreicht.

Im Aetherextract fand sich wenig Asche und Stickstoff, im Alkohol- und Wasserextract 11,86 und 33,5% Asche. Im Alkoholextract ist auch die Hauptmasse des reichlich in der Thymus vorhandenen Leucins zu suchen.

Im Allgemeinen dürfte der Gehalt der Organe an sog. organischen Extractivstoffen (Alkohol- und Wasserauszug minus Asche) unter-

---

1) Politis, diese Zeitschr. 1884 Bd. 20 S. 199.

2) Hoppe-Seyler, Physiol. Chemie S. 772.

3) Bei Gorup-Besanez, Lehrb. d. physiol. Chemie 4. Aufl. S. 729.

4) Hoppe-Seyler, a. a. O. S. 591.

5) Odenius-Lang, Nordiskt Medicinskt Arkiv 6. 1874.

6) Preusse, Zeitschr. f. phys. Chemie. 1886 Bd. 4 S. 282.

7) Gorup-Besanez, a. a. O. S. 732.

8) Bischoff und Voit, Gesetze der Ernährung des Fleischfressers. 1860 S. 304.

9) Volkmann, Berichte üb. d. Verhandl. der k. sächs. Ges. d. Wissensch. in Leipzig 1874.

schätzt werden; dem Fleische können 11,5 % seiner trockenen Masse durch die genannten Lösungsmittel entzogen werden; die wasserfreie Thymus enthält sogar 22,89 %, also fast ein Viertel an Stoffen, die jedenfalls nicht Eiweiss sind. Diesem Umstande verdankt sie wohl ihren geschätzten Wohlgeschmack, der sie für die Ernährung kranker und reconvalescenter Personen empfiehlt.

In die Extracte gingen 84,4 % der Asche und 30,7 % des Stickstoffs über. Mit Berücksichtigung der Asche berechnete sich der Stickstoffgehalt des vollständig erschöpften Rückstandes auf 17,43 %; derselbe besteht aus eiweissartigen Stoffen und leimgebendem Gewebe.

Berücksichtigt man den hohen Gehalt an Aetherextract im Thymuskoth nicht, so fallen mit Ausnahme der Phosphorsäuremenge und des Wasserextractes alle Zahlen in die für den Fleischkoth bekannten Grenzen (siehe Tabelle X).

In die Extracte des Kothes gingen 10,21 % der Mineralbestandtheile und 12,71 % des Stickstoffs über; der extrahirte Rückstand enthielt nach Abzug der Asche 12,26 % Stickstoff.

Die folgende Tabelle III führt die täglich eingenommenen und in Harn und Koth ausgeschiedenen Stickstoff- und Phosphorsäuremengen vor.

Tabelle III.

	Stickstoff			Phosphorsäure		
	Einnahme	Ausgabe		Einnahme	Ausgabe	
		Harn	Koth		Harn	Koth
Hunger	—	8,42	—	—	—	—
„	—	5,53	—	—	—	—
Futter I	19,09	18,01	0,62	8,948	7,45	1,1
„ II	19,09	18,28	0,62	8,948	7,84	1,1
„ III	19,09	18,52	0,62	8,948	7,74	1,1
Hunger	—	6,90	—	—	1,48	—
Summe der Tage I II III	57,27	54,81	1,86	26,844	23,03	3,30
		56,67			26,33	

Diese Zahlen sagen aus, dass unser Versuchsthier mit 700 g Thymussubstanz sich sofort ins Stickstoff-Gleichgewicht zu setzen im Stand

war; es gab während der drei Tage keinen Stickstoff vom Körper ab, wurde auch nicht reicher daran, wie die unwesentliche Erhöhung der Stickstoffausscheidung am letzten Versuchstage gegenüber dem zweiten Hungertage erkennen lässt.

Dagegen scheint eine geringe Menge der eingeführten Phosphorsäure (1,92 %) im Körper verblieben zu sein. Der Umstand, dass 12,29 % der eingeführten Phosphorsäure im Kothe den Organismus wieder verlassen, berechtigt zur Annahme, dass eine nicht unbedeutende Phosphormenge organisch (in dem schwer verdaulichen Lecithin oder Nuclein) in der Thymus gebunden ist.

II. Ausnützungsversuch mit Lunge.

1. bis 6. März 1885.

Am 1. März hungerte das Thier; erhielt am folgenden Tage Knochen, dann drei Tage je 800 g der fein gewiegten von Pleura, Bronchien und Gefässen befreiten Kalbslunge mit 100 ccm destillirten Wassers; am 6. hungerte das Thier wieder und nahm am 7. die zweite Partie Knochen auf; der schwarze Koth, von Aussehen und Consistenz des Fleischkothes, wurde am 8. wohlabgegrenzt abgesetzt. Er hatte neutrale Reaction und enthielt makroskopisch erkennbar spärliche, weisse, zähe Gewebsfetzen. Gewicht des Kothes frisch 81,39 g = 36,96 g trocken.

Der Harn des ersten Hungertages ging verloren; die Harne der beiden ersten Fütterungstage wurden zum Theil in der Nacht in den Käfig entleert. Da auch die sorgfältigste Bespülung und Säuberung nicht Alles gewinnen lässt, verdienen die für diese Tage gewonnenen Harnmengen keine Berücksichtigung.

Tabelle IV.

	Frisch		Trocken								
	Wasser	Feste Theile	Asche	P_2O_5	N_2	Aether-Extract	Alkohol-Extract	Wasser-Extract	Rückstand	Summe
Lunge	81,70	18,30	5,52	2,20	13,19	11,14	11,18	7,56	77,27	107,15
Koth	64,12	35,88	14,26	3,61	6,67	27,39	7,91	7,74	62,06	99,47

Tabelle V.

	Frisch	Trocken	N_2	Asche	P_2O_5	Aether-Extract	Alkohol-Extract	Wasser-Extract	Rück-stand
Lunge	800,00	146,58	19,33	8,09	3,22	16,33	16,76	11,08	112,80
Koth	36,96	12,32	0,82	1,76	0,44	3,37	0,97	0,95	7,64
Verlust	—	8,41	4,24	21,71	14,28	20,66	5,95	8,61	6,77

Die Tabelle IV giebt wieder die procentige Zusammensetzung der Nahrung und des Kothes an; die Tabelle V die Menge der im Tag in der Nahrung aufgenommenen und im Koth abgeschiedenen Stoffgruppen, sowie den procentigen Verlust derselben im Kothe.

Der Wassergehalt der Lunge wurde zwischen den von Méne[1]) und König[2]) gefundenen Werthen (83,1 und 78,97 %) gelegen ermittelt; Stickstoff- und Aschegehalt nähern sich dem von C. Voit[3]) im Fleische bestimmten Zahlen (14,11 N, 5,39 Asche).

Unvollkommene Trockenheit der Extracte mag das hohe Plus von 7 % der Summe in Tabelle IV verschulden; trotzdem ist die Menge der organischen Extractivstoffe (13,64 % — 7,15 %) gering, was mit dem Ueberwiegen bindegewebiger Theile im Lungenparenchym, vielleicht auch mit den geringen vitalen Aeusserungen des Organes in Beziehung gebracht werden darf.

Der vollständig erschöpfte Rückstand der Lunge enthält noch 12,31 % der Asche und nicht weniger wie 97 % des Gesammtstickstoffes; die Hauptmasse der Asche ist also in Alkohol und Wasser löslich. Nach Abzug der Asche wird der Stickstoffgehalt des Rückstandes zu 16,76 % bestimmt (Bindegewebe des Speckes enthält nach Hofmann[4]) 16 %, Sehnen nach Gorup-Besanez[5]) 18,8 % N).

Nachdem von Joh. Etzinger[6]) die vollständige Lösung von elastischem Gewebe und reinem Bindegewebe (Sehnen, Knorpel)

1) Méne, Compt. rend. 1874.
2) König, Zeitschr. f. Biol. 1876. Bd. 12 S. 497.
3) Bischoff und Voit, Gesetze der Ernährung des Fleischfressers 1860. S. 304.
4) Hofmann, Zeitschr. f. Biol. 1872 Bd. 8.
5) Gorup-Besanez, a. a. O. S. 142.
6) Joh. Etzinger, Zeitschr. f. Biol. 1874 Bd. 10 S. 187.

erwiesen ist, muss das Vorkommen unverdauter Bindegewebsstücke der Lunge im Kothe befremden. Im Zusammenhang mit diesem Verlust an stickstoffhaltiger Substanz finden wir den Stickstoffgehalt des Kothes gegenüber dem Fleischkoth procentisch wie absolut erhöht; auch die Menge der in Aether löslichen Stoffe ist darin vermehrt.

Der erschöpfte Rückstand des Kothes schliesst 76,1 % des Stickstoffs und 82,58 % der Mineralbestandtheile ein. Die organischen Theile des Rückstandes enthalten 10,00 % Stickstoff.

Tabelle VI.

	Stickstoff			Phosphorsäure		
	Einnahme	Ausgabe		Einnahme	Ausgabe	
		Harn	Koth		Harn	Koth
Hunger	—	—	—	—	3,22	—
Futter I	19,33	16,32	0,82	3,22	2,50	0,44
„ II	19,33	16,82	0,82	3,22	2,81	0,44
„ III	19,33	19,17	0,82	3,22	3,00	0,44
Hunger	—	5,09	—	—	—	—
Summe I II III	57,99	52,31	2,46	9,66	8,31	1,32
		54,77			9,63	

Die Tabelle VI giebt die absoluten Stickstoff- und Phosphorsäuremengen in der Nahrung und im Harn und Koth an. Es setzte sich darnach unzweifelhaft auch bei diesem Versuche das Thier alsbald mit 800 g Lungensubstanz ins Stickstoffgleichgewicht; nach der geringen Stickstoffausscheidung des letzten Hungertages ist zu schliessen, dass die 3 g Stickstoff, die in den Ausgaben fehlen, bei der Verunreinigung des Käfigs zu Verlust gegangen sind.

Die Phosphorsäureabgabe deckt sich mit der Einnahme.

III. Ausnützungsversuch mit Leber.

Vom 17. bis 21. Juli 1886.

Zur Verwendung kam das gleiche Thier wie in den beiden vorhergehenden Versuchen; dasselbe frass zuletzt am 15. mittags sein gewöhnliches gemischtes Futter, erhält am 16. morgens 5 Uhr 183 g Knochen; vom 17.—19. nimmt es täglich 800 g Kalbsleber

mit 100 ccm Wasser auf; am 20 vorm. 9 Uhr werden 120 g Knochen gereicht, worauf am 21. früh die Absetzung des wohlabgegrenzten schwarzen pechigen Kothes erfolgt. Gewicht des Kothes frisch 79,3 g, trocken 35,2 g.

Das Futter musste von zwei verschiedenen Lebern genommen werden, wovon die eine die in München überaus häufige Besiedelung mit Distomum hepaticum zeigte, die andere normal war. Bei der bekannten Lebensweise dieser Parasiten kann solche inficirte Leber unbedenklich an den Hund verfüttert werden.

Den Harn des ersten Futtertages entleerte das Thier zum Theil in den Käfig; da sich niemals Alles wiedergewinnen lässt und die Stickstoffausscheidung durch den Harn für solche Versuche unwesentlich ist, wurde auf die Analyse verzichtet.

Tabelle VII.

	Frisch		Trocken							
	Wasser	Feste Theile	Asche	P_2O_5	N_2	Aether-Extract	Alkohol-Extract	Wasser-Extract	Rückstand	Summe
Leber	70,35	29,65	5,44	3,14	11,51	17,35	6,60	7,5	68,57	100,02
Koth	55,63	44,37	15,31	4,73	7,57	16,69	8,32	12,58	62,55	100,14

Tabelle VIII.

	Frisch	Trocken	N_2	Asche	P_2O_5	Aether-Extract	Alkohol-Extract	Wasser-Extract	Rückstand
Leber	800,00	237,20	27,28	12,89	7,44	41,12	15,64	17,78	162,50
Koth	26,44	11,73	0,89	1,80	0,55	1,96	0,98	1,48	7,34
Verlust	—	4,94	3,26	13,96	7,39	4,77	6,27	8,32	4,52

Tabelle VII enthält wieder die procentige Zusammensetzung der verzehrten Leber und des darnach entleerten Kothes; Tabelle VIII die absoluten Mengen der täglich in der Nahrung aufgenommenen und im Koth ausgeschiedenen Stoffgruppen sowie den procentigen Verlust derselben im Kothe.

Die Leber ist aus zahlreichen Bestimmungen als fettreiches und deshalb wasserarmes Organ bekannt; infolge davon ist auch

der Stickstoffgehalt geringer als der des Fleisches und der anderen untersuchten Organe, während der Gehalt an unorganischen Bestandtheilen sich dem des Fleisches gleichstellt. Der Alkoholextract enthält grosse Mengen Zucker, ist wie der Aetherextract schwach alkalisch und gelbgrünlich fluorescirend.

In die 9,4 % der trockenen Leber betragenden Extracte gehen 6,59 % des Stickstoffs und 87,2 % der Aschebestandtheile über; der erschöpfte Rückstand ohne die Asche enthält 15,83 % Stickstoff.

Der Koth, vollständig wie Fleischkoth sich verhaltend, war durch einen intensiv aromatischen Geruch, dem der Leberbrühe ähnlich, ausgezeichnet; die Extracte waren schwach sauer und grün fluorescirend. Bemerkenswerth ist sein hoher Stickstoffgehalt.

Plosz'[1]) Angabe von der Löslichkeit der Leberkerne in den Verdauungssäften findet vielleicht eine Unterstützung in der geringen Phosphorsäureausscheidung durch den Koth; während bei Fütterung mit Thymus 12,3, bei Aufnahme von Lunge 14,28 % der eingeführten Phosphorsäure im Kothe ausgeschieden werden, verlassen in diesem Falle nur 7,4 Theile derselben den Organismus mit den festen Excrementen. Aus den weiteren Zahlen der Tabelle VIII ergibt sich, dass nur minimale Mengen der eingeführten Substanzen im Kothe geblieben sein können. Durch Aether, Alkohol und Wasser werden 35,2 % des Stickstoffs und 13,59 % der Asche des Kothes gelöst; der organische Rückstand desselben führt 9,95 % Stickstoff.

Tabelle IX.

	Stickstoff			Phosphorsäure		
	Einnahme	Ausgabe		Einnahme	Ausgabe	
		Harn	Koth		Harn	Koth
Hunger	—	13,68	—	—	2,44	—
Futter I	27,28	—	0,89	7,44	—	0,55
„ II	27,28	28,04	0,89	7,44	6,60	0,55
„ III	27,28	27,66	0,89	7,44	6,80	0,55
Hunger	—	12,21	—	—	1,84	—
Summe II III	54,56	55,70	1,78	14,88	13,40	1,10
		57,48			14,50	

1) Plosz, Arch. f. d. ges. Physiol. 1873 Bd. 7 S. 371.

In der Tabelle IX sind die Mengen der in den Einnahmen aufgenommenen und in den Ausgaben durch Harn und Koth ausgeschiedenen Mengen von Stickstoff und Phosphorsäure verzeichnet.

Der beim Beginne des Versuches sehr wohlgenährte Hund konnte sich mit dem gereichten Futter nicht ganz auf seinem Bestande erhalten, erst am 3. Tage war die Stickstoffausscheidung im Harne auf die eingeführte Menge gesunken, und mag diese am 1. Futtertag erheblich überschritten haben; auch die am 1. Hungertage bestimmte Stickstoffmenge ist eine sehr bedeutende zu nennen, was sich namentlich aus dem Vergleiche mit der Tabelle III und VI ergiebt.

Nach Darlegung der Versuchsresultate erübrigt es nunmehr, die Ausnützung der Thymus, Lunge und der Leber unter sich und mit den für den menschlichen Haushalt wichtigsten animalischen Nahrungsmitteln, dem Fleische, der Milch und den Eiern, zu vergleichen, um wenn möglich zum Schluss zu kommen, welcher Werth jedem dieser Organe als Nahrungsmittel beizumessen ist. Als Maassstab hierfür ist, wie in der Einleitung ausgeführt, der Koth anzusehen.

In der folgenden Tabelle X ist die nach beschriebener Methode ermittelte procentige Zusammensetzung verschiedener trockener Kothsorten verzeichnet; für den Hungerkoth wie den Fleischkoth sind die Mittelzahlen aus zwei Analysen genommen; Zeile 3 und 4 bringt die Grenzwerthe aller Analysen des Fleischkothes, die ich aufgefunden habe.

Tabelle X.

Koth-Sorte	Asche	P_2O_5	N	Aether-Extract	Alkohol-Extract	Wasser-Extract	Rück-stand
Hunger	25,23	4,49	5,81	15,90	6,83	15,09	62,77
Fleisch	21,78	5,78	6,61	13,47	9,57	14,55	65,75
Fleisch min.	20,00	4,70	6,28	9,43	8,27	12,40	—
Fleisch max.	34,27	6,49	7,39	15,73	13,30	16,69	—
Thymus	23,09	10,64	5,98	25,77	5,60	5,86	63,29
Lunge	14,26	3,61	6,67	27,39	7,91	7,74	62,06
Leber	15,31	4,73	7,57	16,69	8,32	12,58	62,55

Ein Blick auf die Tabelle lässt erkennen, dass die Differenzen der procentigen Zusammensetzung sich in den für den Fleischkoth angegebenen Grenzen bewegen — abgesehen von dem Aetherextracte und der Asche, dass demnach die absolute Menge des Kothes den Grad der Ausnützung anzeigt, weil die Zusammensetzung desselben bei den verschiedenen animalischen Nahrungsmitteln nahezu die gleiche ist. Man ist daher genöthigt anzunehmen, dass die in Frage kommenden Nahrungsmittel bei ihrer Passage durch den Darmkanal eine verschiedene Intensität der Secretion veranlassen, deren Residuen die wechselnden Kothmengen liefern. Welcher Art diese Beeinflussung ist, ob chemische oder mechanische Wirkungen dabei eine Rolle spielen, ist eine Frage, die wohl noch lange ihrer Beantwortung harren dürfte.

Der Stickstoffgehalt der organischen Bestandtheile des Kothes bei Hunger und animalischer Nahrung ist beim Hunde als nahezu unveränderlich anzusehen. Es wurde nämlich gefunden:

Thymus-Koth	7,77 %	Stickstoff
Leber- „	6,67 „	„
„ „	7,18 „	„
„ „	8,93 „	„
Lungen- „	7,77 „	„
Hunger- „	7,08 „	„
„ „	8,44 „	„
Fleisch- „	7,81 „	„
„ „	9,00 „	„
Mittel	7,85 %	Stickstoff.

Aehnlich übereinstimmend ist auch der Stickstoffgehalt der verschiedenen mit den bekannten Lösungsmitteln erschöpften aschefreien Kothrückstände.

Der organische Rückstand von Leberkoth enthält	. .	9,95 % N
„ „ „ „ Lungenkoth „	. .	10,00 „ „
„ „ „ „ Thymuskoth „	. .	12,26 „ „

für Hungerkoth und für Fleischkoth ergeben sich ähnliche Zahlen, was neuerdings die Berechtigung erweist, als Maassstab für die Ausnützung der animalischen Nahrungsmittel direct den im Kothe auftretenden Stickstoff anzusprechen. Beiläufig sei darauf hingewiesen,

dass neben Nucleinen, Epidermoidalgebilden (mit 16,24 — 17,719 % N)[1]) Mucin (mit 14,13 — 13,8 % N)[2]) stickstoffarme Körper in bedeutender, den procentigen Stickstoffgehalt des Kothes herabsetzender Menge angenommen werden müssen.

Wir erhalten für die Ausnützung der animalischen Nahrungsmittel beim Hunde und beim Menschen nachstehende Reihe.

Tabelle XI.

Versuche am Hund:

100 g			N						N	% N Verlust
trockne	Leber	mit	11,51 g	liefert	in	4,94 g	trock.	Koth	0,375 g	3,3
„	Lunge	„	13,19 „	„	„	8,41 „	„	„	0,559 „	4,2
„	Thymus	„	13,72 „	„	„	7,40 „	„	„	0,444 „	3,2
„	Gehirn	„	7,46 „	„	„	42,63 „	„	„	1,039 „	13,9
„	Fleisch	„	14,11 „	„	„	4,33 „	„	„	0,306 „	2,1

Versuche am Menschen:

100 g			N						N	% N Verlust
trockne	Eier	mit	8,36 g	liefert	in	5,2 g	trock.	Koth	0,250 g	2,9
„	Milch	„	4,90 „	„	„	7,8 „	„	„	0,317 „	6,5
„	Fleisch	„	13,30 „	„	„	4,7 „	„	„	0,327 „	2,5
„	„	„	12,98 „	„	„	5,6 „	„	„	0,368 „	2,8

Darnach ist also in Beziehung des Stickstoffverlustes im Koth am günstigsten gestellt das Muskelfleisch, dann folgen die Thymus, die Leber, die Lunge und endlich in weitem Abstand das Gehirn.

Ist es nun erlaubt, die im Versuch mit Hunden gewonnenen Resultate auf den Menschen anzuwenden? Von vornherein ist bei der grösseren Entwicklung des menschlichen Darmkanales auf eine reichlichere Ausscheidung von Residuen der Verdauungssäfte zu rechnen, während nicht abzusehen ist, warum der längere Darm des Menschen unvollständiger verdauen sollte, wie der des Hundes. Hierfür liefert die Untersuchung Constantinidi's[1]) über die Ausnützung des Klebers eine werthvolle Illustration. Die Versuche wurden in nahezu gleicher Anordnung beim Menschen und beim Hunde angestellt. Das Thier bekam (im Versuch II) 200 g Kleber

1) Gorup-Besanez, a. a. O. S. 137.

2) Jerusström, Nagra bidrag tin kännedomen om mucinet, Upsala-Läkaref. Förh. 15 S. 434 und Landwehr, Zeitschr. f. phys. Ch. 1881. Bd. 5 S. 371.

3) Constantinidi, diese Zeitsch. 1887 Bd. 23 S. 433.

und 50 g Fett, der Mensch nahm (in Versuch II) 1700 g geschälter Kartoffel mit 100 g Fett auf; in Versuch I genoss er dieselbe Kost mit 200 Gramm Kleber.

Das Thier schied täglich im Koth aus	. .	0,652 g N
der Mensch in Versuch II	. . . . . .	1,401 „ „
„ „ „ „ I	. . . . . .	2,025 „ „

Die Differenz von 0,624 g, welche der Einnahme von 200 g Kleber beim Menschen zuzuschreiben ist, entspricht vollkommen der vom Hunde bei Zufuhr der gleichen Menge Kleber im Koth ausgeschiedenen Stickstoffmenge.

Ob die verschiedenen Zubereitungen der animalischen Nahrungsmittel, wie sie im menschlichen Haushalte üblich sind, die Ausnützung beeinflussen, muss trotz vielfacher künstlicher Verdauungsversuche, die alle, wie die Hönigsbergs[1]) den natürlichen Verhältnissen zu wenig Rechnung tragen, noch unentschieden bleiben.

Rubners[2]) Versuche am Menschen lehren, dass bei Aufnahme von 1172 und 1427 g gebratenen Fleisches 2,8 % und 2,5 % des darin eingeführten Stickstoffes in den Faeces ausgeschieden werden, wogegen der Hund 1—2 % des im rohen Fleische eingenommenen Stickstoffs im Kothe verliert.

Selbst die vom Muskelfleisch so verschiedenen Substanzen wie Milch und Vogeleier sind nach Rubner[3]) in Beziehung der Ausnützung im Darm gleichwerthig, denn es enthielt der Koth dabei in Procent der Einfuhr:

Fleischkoth I	. . .	4,1 %	organische Stoffe
„ II	. . .	4,7 „	„ „
Eierkoth	. . . . .	4,7 „	„ „
Milchkoth	. . . . .	5,4 „	„ „

Wir dürfen daher wohl unbedenklich unsere am Hunde gewonnenen Versuchsresultate für den Menschen geltend machen und uns dahin aussprechen, dass Leber und Thymus, Eier und Milch dem Fleische in Beziehung der Ausnützung im Darmkanal gleich-

1) Hönigsberg, Wiener med. Blätter. 1882 S. 582.
2) Rubner, diese Zeitschr. 1879 Bd. 15 S. 121.
3) Rubner, diese Zeitschr. 1879 Bd. 15 S. 115.

stehende Nahrungsmittel sind, die Lunge dem Fleische nahesteht, wogegen das Gehirn weit hinter den genannten zurücktritt. Rindsleber und Lunge der Schlachtthiere sind bei ihrem unverhältnissmässig niedrigen Marktpreise für die Volksernährung von der grössten Bedeutung und vollkommen geeignet, das Fleisch bis auf einzelne Fälle zu vertreten.

Wie nach den früher vorliegenden Ausnützungsversuchen vorauszusehen war, ergaben unsere Versuche der weit verbreiteten Auffassung, wonach Thymus eine leichtverdauliche, Leber und Lunge schwerverdauliche Speisen wären, keine Anhaltspunkte. Professor Voit hat wiederholt beleuchtet, was man unter Verdaulichkeit eines Nahrungsmittels zu verstehen habe und dass man im gewöhnlichen Leben zumeist andere Vorgänge damit verwechselt, namentlich die subjectiven Gefühle während der Verdauung.

Man wird dasjenige Nahrungsmittel das am leichtesten verdauliche nennen müssen, welches den geringsten Rückstand im Koth hinterlässt, also am vollkommensten ausgenützt wird, und am raschesten in die Säfte übergeht.

Aus dem Grade der Ausnützung eines Nahrungsmittels im Darm allein wird man daher nicht ohne Weiteres dessen Verdaulichkeit beurtheilen dürfen, da ja selbst vom kranken Darm z. B. bei Typhus nach H. v. Hoesslin die Nahrung nicht wesentlich schlechter verwerthet wird.

Man muss also die Geschwindigkeit der Aufnahme in die Säfte noch dazu kennen, aber dies ist nur sehr schwierig zu ermitteln. Schon vor Jahren suchte einmal Dr. Crüger in unserem Laboratorium auf Veranlassung von Prof. Voit die Geschwindigkeit der Aufnahme verschiedener animalischer Nahrungsmittel im menschlichen Darmkanal aus der Curve der stündlichen Stickstoffausscheidung im Harn zu erschliessen, aber es haben sich bei allen fast die gleichen Curven ergeben, so dass darnach für den gesunden und kräftigen Darm fast alles gleich schnell verdaulich erscheint.

Es wird wohl noch lange währen, bis man im obigen Sinne die Verdaulichkeit der verschiedenen Nahrungsmittel durch Versuche am lebenden Organismus ermittelt hat, vorläufig wissen wir so gut wie nichts darüber.

Man hat zur Bestimmung der Verdaulichkeit auch die Zeit benützt, in der die eingeführten Speisen den Magen verlassen haben, so schon Beaumont bei seinen Versuchen an dem kanadischen Jäger St. Martin mit einer Magenfistel. Es lässt sich jedoch nicht sagen, dass die Speise, welche den Magen am raschesten passirt, auch die am leichtesten verdauliche sei oder mit andern Worten von den Verdauungssäften möglichst vollständig gelöst wird und in kürzester Zeit in die Säfte übergeht. Im Magen wird ja vorzüglich das Eiweiss und die leimgebende Substanz angegriffen und auch diese beiden nur zum Theil, der grösste Theil der Nahrungsmittel geht noch unverdaut in den Dünndarm über und erleidet erst dort die eingreifendsten Veränderungen. Die neuen Versuche von Dr. Gigglberger[1]), bei denen mittelst der Magensonde Proben aus dem Magen entnommen und so der Zeitpunkt bestimmt wurde, wann die genossene Speise vollständig in den Dünndarm übergetreten war, trifft der gleiche Einwand.

Ebensowenig dürfte von ausserhalb des Organismus angestellten Versuchen mit künstlichem Magensaft, wobei zugesehen wird, wieviel von der eiweissartigen Substanz in einer bestimmten Zeit gelöst oder in Pepton übergeführt wird, eine Beantwortung obiger Frage zu erwarten sein. Es ist ja nicht allein der Magensaft, welcher im Organismus auf die Nahrungsmittel einwirkt; zudem ist man noch nicht im Stande festzustellen, wie weit im Magen und Darmkanal die Eiweisskörper vor der schliesslichen Resorption verändert werden. Derartige Versuche liegen vor, von P. Hönigsberg[2]), Chittenden und Cummins[3]). Es zeigte sich hierbei, dass von verschiedenen Fleischsorten in gleichen Zeiten sehr ungleiche Mengen gelöst werden, so von Fischfleisch viel weniger als von Rindfleisch, woraus jedoch nicht geschlossen werden darf, dass das Fischfleisch auch im Organismus in geringerem Grade und langsamer ausgenützt wird als das Rindfleisch, wie denn die Versuche von Atwater[4]) in der That vollständig gleichen Grad der Ausnützung dieser beiden Fleischsorten beim Hund wie beim Menschen erweisen.

1) F. Pentzold, Münch. med. Wochenschr. 1887 Nr. 20.
2) Hönigsberg, Wiener med. Blätter a. a. O.
3) Chittenden und Cummins, Americ. chem. journ. VI, 5.
4) Atwater, diese Zeitschr. 1887 Bd. 23.

Was man im gewöhnlichen Leben leicht und schwerer verdaulich nennt, wird zumeist durch die Gefühle bestimmt, welche während der Verdauung eintreten; gewisse Substanzen bringen im kranken Magen oder Darm Unbehagen, sogar Schmerzen hervor, dann sagt man, diese Substanzen seien schwerer verdaulich wie andere, welche sich nicht bemerklich machen, wenn sie auch in gleicher Zeit und in gleichem Grade verdaut werden.

Der Stoffwechsel von fünf Kindern im Alter von 7 bis 17 Jahren.

Von

Dr. W. Camerer.

I. Vorbemerkungen.

Die Versuche, über welche ich zu berichten habe, sind angestellt in der Zeit vom December 1884 bis Februar 1886 und führen das Unternehmen weiter fort, über welches ich schon mehrfach und zuletzt in Band XX S. 566 u. ff. dieser Zeitschrift Mittheilung gemacht habe. Dem Untersuchungsplane gemäss sollte diesmal auch die Kost der Kinder analysirt werden, soweit Zeit und Umstände irgend erlaubten; es wurden also von fast allen Speisen Trockenbestimmungen gemacht, von vielen auch Stickstoffbestimmungen und Aetherextractionen; die Menge der Kohlehydrate wurde dagegen aus der Differenz berechnet resp. geschätzt, und hielt ich mich dabei an die bekannten Tabellen von König. Von solchen Speisen, welche nur in ganz geringen Mengen im Tag zugeführt wurden, z. B. Butter und Honig, wurde die Zusammensetzung überhaupt nur geschätzt. Die festen und flüssigen Ausscheidungen und ebenso die Perspiratio insensibilis wurden gewogen und vom Harn ausser der entleerten Menge bestimmt: der Harnstoff und Gesammtstickstoff, das spec. Gewicht und die Asche, vom Koth: der Wassergehalt, Stickstoff, Aetherextract und die Asche. Aus dem Aschegehalt von Urin und Koth wurde endlich die Asche der Zufuhr berechnet, unter der Annahme, dass Zufuhr und Ausfuhr gleich gross gewesen sei. Diese Arbeiten wurden grossentheils bei mir ausgeführt, soweit ich hierzu eingerichtet war,

zum Theil auch in dem Institute für physiologische Chemie zu Tübingen; ich habe demnach Herrn Professor Grützner für Ueberlassung von Apparaten des physiologischen Institutes und Herrn Prof. Hüfner für Anleitung und Berathung bei den in seinem Institute ausgeführten Arbeiten meinen Dank auszusprechen.

Auf jedes Kind kamen wie früher 24 Versuchstage, in 6 Versuchsreihen von je vier Tagen auf das Versuchsjahr vertheilt, worüber in Tabelle III das Nähere nachgewiesen ist. Die Art der Ernährung war wie folgt:

Als Frühstück, um 7 Uhr oder 8 Uhr morgens, erhielten die Kinder Milch oder Milchkaffee, meist mit Weissbrot, zuweilen verzichteten sie auf letzteres. Um 10 Uhr erhielten sie auf Verlangen Brot mit Butter oder Aepfeln oder Birnen, um 4 Uhr nachmittags meist Milchkaffe mit Brot, einigemal auch Bier und Butterbrot. Das Mittagessen fand gegen 12 Uhr statt, das Abendessen zwischen 7 und 8 Uhr abends, und kamen folgende Gerichte zur Verwendung:

1. Versuchsreihe: mittags Reissuppe oder Brotsuppe mit Hackbraten (aus magerem Rindfleisch, Ei, geriebenem Weck, Schweineschmalz verfertigt) und Salat aus geriebenen Kartoffeln, einmal kam gesottener Schellfisch und Kartoffeln in der Schale. Abends: Milchthee, Brot mit Butter und Honig oder mit Hackbraten. 2. Versuchsreihe: mittags Brotsuppe, Hackbraten, Kartoffelsalat, abends Milchthee, Brot mit Butter und Honig oder mit weichgesottenen Eiern. 3. Versuchsreihe: mittags Brot- oder Nudelsuppe, Hackbraten und Kalbsbraten mit Kartoffelsalat, gekochtes Huhn, gekochtes mageres Rindfleisch, Hasenbraten mit Brot. Abends saure Milch mit Brot; oder Milchthee oder leichter Wein, Brot mit Butter und Honig, mit Ei, mit Butter und gesalzenem Häring. 4. Versuchsreihe: mittags Brotsuppe oder Nudelsuppe mit Hackbraten oder gesottenem Rindfleisch, mit Kartoffelsalat; abends wie 3. Reihe (abgesehen von saurer Milch). 5. Versuchsreihe: mittags Nudelsuppe, gesottenes oder gebratenes Rindfleisch mit Kartoffelsalat, gesottener Schellfisch mit Weissbrot. Abends Milchthee oder Bier und Brot mit Butter und Honig oder mit Butter und geräuchertem ungekochten Rindfleisch. 6. Versuchsreihe: mittags gekochte Maccaroni mit etwas heisser Butter übergossen, dazu magerer Rinds-

oder Schweinbraten; abends Bier, feste Speisen wie bei 5. Versuchsreihe. Die Kinder durften von mehreren vorgeschlagenen Speisen nach Geschmack wählen, so dass während einer Versuchsreihe nicht immer alle von derselben Speise assen, auch die Menge der Speisen zu bestimmen, war ihnen überlassen. Der früher sehr beliebte Hackbraten und die Reissuppe war ihnen diesmal bald entleidet, so dass Nudel- und Brotsuppe und andere Fleischspeisen an die Stelle treten mussten. Die Suppen wurden folgendermassen bereitet: z. B. eine abgewogene Menge Schwarzbrot zerschnitten, mit heisser Fleischbrühe übergossen und das Ganze gewogen, wenn es ziemlich kühl geworden war. Wie viel jedes Kind etwa brauchte, wusste man aus Erfahrung, und gaben sie vor der Bereitung noch besonders an, ob sie heute viel oder wenig Suppe wünschen; war die Suppe einmal bereitet, so konnten sie zwar Brühe übrig lassen aber keine Brotschnitten, da sonst die Berechnung der Suppenbestandtheile unmöglich gewesen wäre. Eine grosse Schwierigkeit bei unsern Versuchen ist, dass die Speisen fast kalt genossen werden müssen; setzt man sie heiss vor, so entsteht durch Wasserverdunstung während des Essens ein bedeutender Fehler. — Ohne die willige Beihilfe meiner Frau und der älteren Töchter bei den zahlreichen Wägungen und zum Theil bei den Analysen wären die Versuche nicht möglich gewesen.

2. Wachsthum der Kinder, Gesundheit und andere in Betracht kommende Verhältnisse.

Eine zweckmässige Anordnung der Versuche war diesmal besonders schwierig. Der Knabe ist nicht mehr zu Hause, sondern besucht ein auswärtiges Gymnasium, daher war ich bei ihm auf die Ferienzeit angewiesen (Weihnachten, Ostern, Pfingsten und Herbst, einmal war eine Versuchsreihe auch im Anfang November durch geschickt fallenden Feiertag und eintägigen Urlaub möglich). Statt sechs Versuchsreihen zu je vier Tagen konnten nur vier solche, ferner eine sechstägige und eine zweitägige gemacht werden; die erhaltenen Mittelzahlen der einzelnen Versuchsreihen waren also von ungleichem Gewicht, was bei der Rechnung zu berücksichtigen war.

Das jüngste Mädchen war im Mai und Juni 1885 schwer krank. Ich habe schon in meiner letzten Veröffentlichung von einer Er-

krankung dieses Kindes im Jahre 1884 zu berichten gehabt, welche damals als Periostitis der vorderen Darmbeinschaufel aufzufassen war und in der Folge ab und zu Rückfälle machte, die jedoch nie erheblich wurden, da man sogleich die nöthigen Vorsichtsmaassregeln traf. Ein solcher Rückfall trat Ende April 1885 auch ein, und wurde demselben im Beginn nicht die nöthige Aufmerksamkeit geschenkt, da ich selbst damals schwer krank war. Das Kind kam in der Folge durch heftiges, viele Wochen andauerndes Fieber sehr herunter, und machte der Verlauf fast sicher, dass es sich wohl schon 1884 um Perityphlitis wird gehandelt haben und die Entzündung von dem ursprünglichen Sitz der Krankheit auf das Periost überkroch. Wegen andauernder peritonitischer Reizung und grosser Brechneigung war die Ernährung ungemein schwierig, doch erholte sich das Mädchen im Laufe des Sommers wieder leidlich. Ab und zu traten auch in der folgenden Zeit Perioden mit Appetitlosigkeit auf, so namentlich Ende September 1886. Da damals auf Druck leichte Schmerzen an der gefährdeten Stelle entstanden, liess ich das Kind, obwohl fieberfrei, gegen vier Wochen im Bett liegen, und es wird wohl noch manchmal kleine Rückfälle bekommen. Da dasselbe seit seiner Geburt zu solchen Versuchen herangezogen wurde, wollte ich trotz der Krankheit auch diesmal nicht auf seine Theilnahme verzichten. Ich wählte natürlich zu den Versuchen solche Zeiten aus, wo keine gröberen Störungen vorhanden waren, aber die folgenden Tabellen lassen doch deutlich erkennen, dass man es mit keinem ganz gesunden Kinde zu thun hat. Die beiden älteren Mädchen sind nunmehr dem Kindesalter entwachsen und werden sich nicht mehr regelmässig an den weiteren Untersuchungen betheiligen.

Die Geburtstage der Kinder sind:

1	2	3	4	5
1. April 1868	12. April 1870	1. November 1873	2. September 1875	1. April 1877

Nr. 3 ist ein Knabe, die andern sind Mädchen.

Die Gewichte sind in allen folgenden Tabellen Gramm.

Tabelle I.
Wachsthum der Kinder seit Frühjahr 1884.

Versuchs-personen	Datum der Beobachtungen	Anfang April 1884	Mitte December 1884	Mitte April 1885	Mitte October 1885	Ende April 1886	Mitte Decbr. 1886
1	Gewichte	39370	384	460	950	39030	40770
	Differenz	14	56	490	−920	740	
2	„	38970	42025	43640	43134	43904	43615
		3055	1615	—506	770	—289	
3	„	28340	30300	31028	30810	33930	35623
		1960	728	—218	3120	1693	
4	„	20960	22270	22930	24520	24612	27236
		1310	660	1590	92	2624	
5	„	17620	19709	19890	20390	21255	21826
		2089	181	500	865	571	
1	Länge in cm	—	152	—	152	—	152
2	„	—	154,3	—	155	—	155
3	„	—	135	—	139,3	—	144,8
4	„	—	124,5	—	129	—	134,2
5	„	—	116,5	—	117,5	—	122,2

Die Periode stärkeren Wachsthums von Nr. 1 und 2 ist, wie man sieht, vollendet.

Tabelle II.
Gewichte der Kinder während des Versuchsjahres.

Versuchs-personen	1. Versuchsreihe 15. Dec. 84 oder 4. Jan. 1885[1])	2. Versuchsreihe	3. Versuchsreihe	4. Versuchsreihe	5. Versuchsreihe	6. Versuchsreihe 29. Dec. 1885 oder 26. Jan. 1886[1])	Gesammtzunahme im Versuchsjahr	Zunahme auf 1 Tag berechnet	Zunahme auf 1 Tag u. 1 kg Anfangsgew.
1	39384	39158	39769	39546	40016	39908	524	1,35	0,03
2	42025	42886	44395	42096	43134	45500	3475	9,17	0,22
3	30304	31028	31197	30813	31517	32712	2408	6.71	0,22
4	22267	22598	23272	23622	24357	24718	2451	6,02	0,27
5	19709	19977	19805	20390	20344	20199	490	1,15	0,06

Ich habe in Tabelle II davon Abstand genommen, bei jeder einzelnen Versuchsreihe das Datum anzugeben, da dies die Tabelle

1) Das Datum 15. December gilt für Nr. 2 und 4; 4. Januar für die drei andern; 29. December für Nr. 2 und 3; 26. Januar für die drei andern.

zu sehr belastet hätte und verweise in dieser Beziehung auf Tabelle III. Alle Gewichte in den beiden Tabellen sind Mittel von Wägungen an fünf aufeinander folgenden Tagen, morgens nüchtern bei leerer Blase gemacht, z. B. dem Datum 15. December (in der Tabelle II) entsprechen Wägungen am 13., 14., 15., 16., 17. December u. s. f.

Die Maximalschwankungen der Gewichte an zwei aufeinander folgenden Tagen betrugen:

Nr. 1	2	3	4	5
570	450	415	390	250

Die Differenz zwischen 24 stündiger Zufuhr und Ausfuhr im Versuchsjahr, als Mittelwerth von allen 24 Versuchstagen berechnet, also Speisen + Getränke — [Urin + Koth + Perspiratio insensibilis] betrug:

Nr. 1	2	3	4	5
—74	—146	—62	+35	—41

Es wäre erwünscht gewesen, wenn diese Differenzen mit der täglichen Gewichtszunahme im Versuchsjahre (Tabelle II) annähernd übereinstimmten, indem ja die Zufuhr und Ausfuhr Mittelwerthe für das betreffende Lebensjahr darstellen sollen. Bei allen frühern Versuchen ist diese Uebereinstimmung in der That von selbst eingetreten und ich hätte sie diesmal künstlich leicht herbeiführen können, indem ich z. B. die Kinder mit einem Deficit zu etwas reichlicherem Trinken ermahnt hätte, da ja dieses Enddeficit nach dem Gange der Dinge an den einzelnen Versuchsreihen vorausgesehen werden konnte. Eine solche Uebereinstimmung wäre aber verwerflich und jedenfalls nicht zu meinem Princip passend, nach welchem ich das, was instinctive geschah, beobachten wollte. — Man kann ja derartige Untersuchungen in zweierlei Weise betreiben: 1. Man kann alle Zufuhren und Ausscheidungen messen und analysiren, auch die gasförmigen. Dabei wird man ganz genaue Aufschlüsse über die Stoffwechselvorgänge erhalten und ist diese, wie es scheinen möchte, eigentlich die einzig correcte Art der Untersuchung. Sie hat aber den Nachtheil, dass die Versuchspersonen, jedenfalls so lange ihr gasförmiger Stoffwechsel beobachtet wird, ihren natürlichen

Lebensverhältnissen einigermaassen entzogen sind, und könnte sich dies bei den so beweglichen Kindern besonders geltend machen. 2. Man kann unter Verzicht auf Messung des gasförmigen Stoffwechsels die übrigen in Betracht kommenden Faktoren beobachten, hat aber alsdann, um der eigenthümlichen Vorzüge dieser Methode nicht verlustig zu werden, sich künstlicher Eingriffe in die Lebensweise möglichst zu enthalten. Uebrigens muss man sich immer wieder daran erinnern, dass das Körpergewicht und seine Veränderungen über die chemische Beschaffenheit des Körpers und deren Veränderung keinen Aufschluss gibt und darf daher den Werth einer guten Uebereinstimmung zwischen der aus Tabelle II ersichtlichen täglichen Gewichtszunahme und der Differenz zwischen Zufuhr und Ausfuhr nicht zu hoch anschlagen. Diese Differenzen zwischen Zufuhr und Ausfuhr, namentlich bei den älteren Kindern, hatten auch früher schon eine gewisse Neigung negativ zu werden und ist dies schwerlich ganz dem Zufall zuzuschreiben. Es lässt sich denken, dass die Kinder von der etwas monotonen, kühl aufgetragenen Kost nicht soviel geniessen, als sonst der Fall ist und ich möchte den einzelnen Versuchsreihen jedenfalls keine längere als viertägige Dauer geben, da sonst Ueberdruss an der Kost noch eintreten könnte.

Als mittlere Gewichte der Kinder im Versuchsjahr (in Kilogramm) leichter wurden berechnet:

Nr. 1	2	3	4	5
39,6	43,3	31,2	23,5	20,1

3. Urin.

In folgender Tabelle III bedeutet die Angabe „2. bis 5. Januar“, soviel als 2., 3., 4., 5. Januar und ähnlich bei den übrigen Versuchstagen. Für gewöhnlich schreibe ich auch in den späteren Tabellen, statt die einzelnen Tage anzugeben, 1., 2., 3. etc. Versuchsreihe.

Die mittlere 24 stündige Harnstoffmenge für alle 24 Versuchstage kann wie in Tabelle III geschehen ist, berechnet werden aus den Analysen, welche von dem Urin eines jeden Versuchstages am darauffolgenden Tage gemacht wurden. Ich habe aber auch von den bei jeder einzelnen Versuchsreihe erhaltenen vier Urinen

Tabelle III.

24 stündige Menge in ccm			spec. Gewicht bei 15°			24 stündige Harnstoffmenge			100 Urin enthalt. Harnstoff			Versuchstage	
Mittel	beobachtetes Min.	beobachtetes Max.	Mittel	Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.		
914	798	1021	1022	1019	1024	21,86	21,10	25,42	2,39	2,27	2,49	2. bis 5. Jan. 1885	
823	606	1004	25	20	27	18,67	17,89	20,39	2,27	1,95	3,03	13. bis 16. Febr. 85	
867	694	980	19	18	19	17,88	15,84	19,34	2,06	1,81	2,28	8. bis 11. Juni 1885	
902	722	1305	19	16	25	20,86	18,37	25,11	2,31	1,92	2,77	25. bis 28. Aug. 1885	1
975	610	1141	16	14	22	19,10	16,14	22,70	1,96	1,64	2,64	28. Nov. b. 1. Dec. 85	
954	856	1188	15	13	20	15,98	15,45	16,58	1,67	1,30	1,94	24. bis 27. Jan. 1886	
906	**606**	**1305**	**19**	**13**	**27**	**19,06**	**15,45**	**25,42**	**2,10**	**1,30**	**3,03**	sämmtl. Versuche	
1243	879	1716	17	15	26	20,42	19,08	21,94	1,64	1,16	2,50	13. bis 16. Dec. 1884	
1124	967	1258	19	16	22	19,41	18,68	20,15	1,73	1,51	2,08	13. bis 16. Febr. 1885	
943	800	1147	16	13	18	16,58	15,32	17,49	1,76	1,33	2,19	8. bis 11. Juni 1885	
1053	858	1195	17	15	19	20,77	18,55	22,45	1,97	1,82	2,36	25. bis 28. Aug. 1885	2
1339	1149	1542	13	11	15	17,90	16,00	20,02	1,34	1,04	1,68	5. bis 8. Oct. 1885	
833	704	1016	17	15	21	18,68	16,96	20,59	2,27	1,90	2,92	27. bis 30. Dec. 1885	
1089	**704**	**1716**	**16**	**13**	**26**	**18,96**	**15,32**	**22,45**	**1,74**	**1,04**	**2,82**	sämmtl. Versuche	
1045	800	1229	19	16	22	19,01	15,46	21,84	1,82	1,46	2,34	2. bis 5. Jan. 1885	
775	543	914	23	22	26	20,76	16,11	26,95	2,68	2,45	3,33	7. bis 12. April 1885	
1642	1568	1895	15	15	16	18,67	17,69	19,55	1,14	0,93	1,27	11. bis 14. Sept. 1885	
1181	870	1377	18	15	22	21,50	19,38	24,64	1,82	1,54	2,83	5. bis 8. Oct. 1885	3
1097	896	1298	20	15	23	23,28	23,03	23,54	2,12	1,81	2,57	28. u. 29. Nov. 1885	
1190	1074	1284	18	14	21	22,91	21,68	25,30	1,92	1,62	2,22	27. bis 30. Dec. 1885	
1128	**543**	**1895**	**18**	**14**	**26**	**20,81**	**15,46**	**26,95**	**1,84**	**0,93**	**3,33**	sämmtl. Versuche	
1032	990	1095	15	12	17	15,30	13,49	16,71	1,48	1,23	1,60	13. bis 16. Dec. 1884	
905	734	1162	19	17	20	15,27	13,89	16,56	1,69	1,42	1,89		
936	888	1004	16	14	17	14,93	14,17	15,68	1,59	1,51	1,70		
1148	1109	1323	14	12	15	14,99	14,05	16,35	1,30	1,23	1,46	sonst wie Nr. 1	4
1077	974	1135	15	14	15	16,63	15,20	17,52	1,54	1,40	1,76		
727	636	862	18	16	20	14,47	13,94	14,73	1,99	1,71	2,30		
971	**636**	**1323**	**16**	**12**	**20**	**15,26**	**13,49**	**17,52**	**1,56**	**1,23**	**2,30**	sämmtl. Versuche	
791	531	947	18	13	21	10,68	10,07	11,40	1,35	1,06	2,05	13. bis 16. Dec. 1884	
846	702	1021	18	17	21	13,52	12,58	15,12	1,60	1,33	2,02	13. bis 16. Febr. 1885	
836	700	1063	13	11	15	10,60	9,04	11,14	1,27	0,85	1,57	25. bis 28. Aug. 1885	
1124	944	1171	13	13	18	13,84	10,29	17,46	1,23	0,92	1,52	5. bis 8. Oct. 1885	5
672	586	784	14	13	16	10,71	9,45	11,84	1,59	1,44	1,93	24. bis 27. Jan. 1886	
752	394	956	14	11	21	20,56	11,30	13,85	1,43	1,41	2,96	10. bis 13. Febr. 1886	
887	**394**	**1171**	**14**	**11**	**21**	**11,98**	**9,04**	**17,46**	**1,44**	**0,85**	**2,96**	sämmtl. Versuche	

von 24 Stunden die richtige Mischung hergestellt und eine Probe davon (in zugeschmolzener Glasröhre mehrmals gekocht) aufbewahrt. Am Ende des Versuchsjahres wurden diese Proben wieder im richtigen Verhältniss und natürlich für jedes Kind besonders gemischt, derart dass das Endgemisch den mittleren Urin aller 24 Versuchstage, der Qualität nach repräsentirte. Hiervon wurde nun sowohl der Harnstoff, als auch der Gesammtstickstoff bestimmt, je durch Doppelanalysen, mit folgendem Resultat:

		Nr. 1	2	3	4	5
Harnstoff in %	1. Analyse	2,044	1,751	1,6809	1,551	1,416
	2. „	2,058	1,755	1,6797	1,577	1,430
	Mittel beider	2,051	1,753	1,6803[1]	1,564	1,423
Gesammtstickstoff in %	1. Analyse	1,0942	0,9149[2]	0,8663	0,8021	0,7425
	2. „	1,0907	0,8912[2]	0,8633	0,8008	0,7465
	Mittel beider	1,0925	0,9031	0,8648	0,8014	0,7445
Daraus mittlere tägliche Stickstoffmengen		9,90	9,83	9,76	7,78	6,23

Setzt man den Gesammtstickstoff = 100, so ist die Menge des Harnstoffstickstoffs um folgende Werthe zu klein:

Nr. 1	2	3	4	5	Mittel aller 5 Versuchspers.
12,1	9,3	9,4	8,9	10,7	9,98

Bei den letzten Versuchen betrugen dieselben Differenzen

Nr. 1	2	3	4	5	Mittel aller 5 Versuchspers.
12,4	11,7	9,2	9,5	10,7	10,7

1) In Tabelle III war als mittlerer procentiger Harnstoffgehalt zu lesen 1,842. Die grosse Differenz zwischen beiden Werthen rührt daher, dass das Rohr, in welchem der Urin aus Versuchsreihe 2 aufbewahrt war, zerbrochen ist und das Endgemisch nur Urin der 1., sowie der 3. bis 6. Versuchsreihe enthielt. Der mittlere Harnstoffgehalt, berechnet aus den täglichen Analysen dieser fünf Versuchsreihen, ist 1,671, stimmt also mit der Zahl im Texte genügend.

2) Wegen mangelnden Materiales konnte die Stickstoffbestimmung nicht wiederholt werden, ich hätte mich sonst mit diesen beiden minder gut stimmenden Analysen nicht begnügt. Es ist bei der ersten Analyse ein kleiner Fehler passirt.

Demnach liefert von dem Gesammtstickstoff des Harns der Harnstoff ca. 90 %, die sog. Extractivstoffe aber 10 %.

Der Gehalt des Urins an Asche wurde gefunden wie folgt (durch Einäscherung des Endgemisches):

Nr. 1	2	3	4	5	
1,0600	0,9200	1,1075	1,0370	0,8575	in %
9,604	10,019	12,493	10,069	7,177	mittlere Tagesmenge

Tabelle IV.

Tag- und Nachturin in ccm.

Tagurin.

Gesammt-menge	specifisch. Gewicht	stündliche Menge	mittlere Zahl der Entleerungen	Menge einer Entleerung			Versuchs-person
				Mittel	Min.	Max.	
607	1020	41,6	3,0	202	14	396	1
662	18	45,7	2,2	301	65	495	2
776	19	56,2	3,1	250	30	640	3
698	16	49,1	3,9	179	31	308	4
551	16	40,2	5,2	106	16	294	5

Nachturin.

Gesammt-menge	specifisch. Gewicht	stündliche Menge	mittlere Zahl der Entleerungen	Mittel	Min.	Max.	Versuchs-person
299	22	31,8	1,3	230	—	408	1
427	17	45,0	1,1	388	—	600	2
352	22	34,5	1	352	—	604	3
273	20	27,8	1,2	227	—	304	4
285	17	27,7	1,3	219	—	330	5

Die 24 Tagesstunden vertheilen sich auf die Zeit ausser Bett und im Bett wie folgt:

Nr. 1	2	3	4	5	
14,6	14,5	13,8	14,2	13,7	ausser Bett = Tag
9,4	9,5	10,2	9,8	10,3	im Bett = Nacht

Tabelle V.

Einzelne Urinentleerungen während des Tages [1]) in ccm.

Von den Entleerungen betrugen	Nr. 1	2	3	4	5
über 200 ccm	39	44	45	35	5
in %	53,4%	83%	60,8%	36,8%	4%
zwischen 100 und 200 ccm	24	6	16	42	60
in %	32,9%	11,3%	21,6%	44,2%	48%
unter 100 ccm	10	3	13	18	60
in %	13,7%	5,7%	17,6%	19,0%	48%
Gesammtzahl der beobachteten Entleerungen	73	53	74	95	125

4. Perspiratio insensibilis.

Tabelle VI.

24 stündige Menge			stündliche Menge		Menge des 24 stündigen Urin + persp. insensib.	Versuchsreihen
Mittel	Min.	Max.	Tag	Nacht		
Versuchsperson 1.						
738	663	850	36	23	1652	1
632	618	638	31	20	1455	2
893	603	1335	44	23	1760	3
615	454	789	26	25	1517	4
599	545	664	28	21	1574	5
617	555	675	27	23	1571	6
682,3	**454**	**1335**	**32**	**22**	**1588**	**sämmtliche**
Versuchsperson 2.						
733	678	800	36	23	1976	1
681	639	714	32	23	1805	2
710	518	1026	32	24	1653	3
497	447	556	21	21	1550	4
505	419	538	21	21	1844	5
606	443	747	29	20	1439	6
622,1	**419**	**1026**	**28**	**22**	**1711**	**sämmtliche**

1) Nachts wurden einzelne Entleerungen nur dann gemessen, wenn der ganze Nachturin auf einmal, nämlich morgens beim Erwachen, entleert wurde. Tags über wurden sowohl die einzelnen Entleerungen, als auch zur Controle die ganze, während des Tages entleerte Menge gemessen.

24 stündige Menge			stündliche Menge		Menge des 24 stündigen Urin + Persp. insensib.	Versuchsreihen
Mittel	Min.	Max.	Tag	Nacht		
Versuchsperson 3.						
680	660	708	32	23	1725	1
742	690	793	33	27	1517	2
827	673	954	40	26	2469	3
864	762	1034	46	24	2045	4
685	614	756	32	24	1782	5
723	671	790	33	27	1913	6
722,4	**614**	**1034**	**36**	**25**	**1850**	**sämmtliche**
Versuchsperson 4.						
533	466	559	23	21	1565	1
581	535	655	25	23	1486	2
676	468	1056	32	21	1612	3
542	485	637	25	21	1690	4
639	526	754	30	22	1716	5
521	465	556	22	21	1248	6
582,2	**465**	**1056**	**26**	**22**	**1553**	**sämmtliche**
Versuchsperson 5.						
439	399	482	21	15	1230	1
511	421	582	25	17	1357	2
418	304	523	18	17	1254	3
498	438	547	25	15	1622	4
420	364	444	19	15	1092	5
413	388	452	19	15	1165	6
449,9	**304**	**582**	**21**	**16**	**1287**	**sämmtliche**

Die Berechnung der Nachtperspiration ist einfach: das Kind wird vor dem Bettgehen und unmittelbar nach dem Aufstehen (bei leerer Blase) gewogen, nur mit einem Hemd oder Schlafrock bekleidet, die Gewichtsdifferenz vermindert um das Gewicht des Nachturins ist eben die Nachtperspiration. Die Ermittlung der Tagesperspiration ist mit grösseren Fehlern behaftet, wenn die Kinder vollständig angekleidet gewogen werden, weil das Gewicht der Kleider unter dem Einfluss der Luftfeuchtigkeit schwankt; doch gleichen sich diese Fehler aus, wenn man von vielen Versuchstagen das Mittel nimmt.

Ich konnte gemäss der Anordnung der Versuche die Persp. insensib. sowohl für die ganze Zeit ausser Bett berechnen (wie in Tabelle VI geschehen ist) als auch für die Tagesstunden 8 bis 12 Uhr und 1 bis 7 Uhr, also für die Zeit, in welcher die Kinder in stärkerer Bewegung waren; denn von 12 bis 1 Uhr und nach 7 Uhr sassen sie beim Essen oder waren mit Lesen etc. beschäftigt. Daher folgende Vergleichung:

	Nr. 1	2	3	4	5
Auf eine Stunde von 8—12 oder 1—7 Uhr kommt Persp. insensib.	33	30	40	29	21
Auf eine Stunde von 12—1 oder nach 7 Uhr kommt Persp. insensib.	29	24	17	15	21

Das kränkliche Kind Nr. 5 zeigt gar keinen Unterschied, Nr. 3 und 4 einen sehr grossen, die älteren Mädchen 1 und 2 einen mässigen.

Tabelle VII.

Auf 1000 Körpergewicht werden ausgeschieden:

	Nr. 1	2	3	4	5
Urin	22,9	25,1	36,1	41,3	41,6
Persp. insensib.	17,2	14,4	23,1	24,8	22,4
Urin + Persp. insensib.	40,1	39,5	59,3	66,1	64,0
Harnstoff	0,481	0,438	0,667	0,649	0,596
Urinstickstoff	0,250	0,227	0,343	0,331	0,310

5. Koth.

Es ist hier zu unterscheiden zwischen dem Kothe, welcher jeweils an den vier Versuchstagen entleert wurde und zwischen dem Ausnützungskothe, welch letzterer auf die früher von mir beschriebene Weise abgegrenzt wurde. Den 4. Theil des Ausnützungskothes, welcher von der gesammten Nahrung einer Versuchsreihe herstammt, nenne ich den „täglichen Ausnützungskoth", wenn auch die Entleerung des Ausnützungskothes nicht gerade in vier Tagen erfolgte. Analysirt wurde nur der Ausnützungkoth.

Tabelle VIII.

An den vier Versuchstagen entleerter Koth.

Mittlere 24 stündige Mengen.

Nr. 1	2	3	4	5	Versuchs-reihen
42,5	5	82,5	42,5	11,0	1
118,2	64,7	90	41,2	67,2	2
82,5	72,5	150	20,0	41,7	3
150,0	82,5	111,2	15,0	37,5	4
52,0	53,7	105,5	49,5	44,0	5
61,7	62,5	123,2	74,2	11,2	6
84,5	**56,8**	**109,1**	**53,7**	**52**	sämmtliche

Mittlere Zahl der täglichen Kothentleerungen.

0,58	0,50	0,58	0,96	0,75	sämmtliche

Tabelle IX.

100 frischer Ausnützungskoth enthielt Fixa.

Nr. 1			2			3			4			5			Versuchs-reihen
Mittel	Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.	Mittel	Min	Max.	Mittel	Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.	
22,39	18,2	26,0	27,68	27,4	28,1	26,55	20,1	26,8	24,24	21,4	26,9	15,30	12,1	23,1	1
12,02	8,7	17,7	23,29	20,9	24,0	19,48	19,0	20,8	24,87	19,7	28,2	17,07	16,4	17,9	2
20,41	18,2	21,7	20,70	15,4	26,2	26,97	21,8	33,4	29,25	—	29,2	18,62	18,4	18,8	3
16,99	13,0	21,6	19,07	16,0	25,7	24,23	23,1	28,5	21,06	13,0	26,1	22,04	21,1	23,9	4
19,08	17,8	25,8	24,80	23,1	28,7	22,46	—	22,5	22,82	23,1	24,6	22,18	19,7	27,1	5
22,83	20,9	24,1	24,25	22,6	25,2	24,53	21,8	28,2	24,76	18,6	32,6	20,47	17,7	22,0	6
17,63	**8,7**	**26,0**	**22,72**	**15,4**	**28,7**	**24,07**	**19,0**	**33,4**	**23,70**	**13,0**	**32,6**	**18,27**	**12,1**	**27,1**	sämmtl.

Tabelle X.

100 frischer Ausnützungskoth enthält:

Stickstoff	Aetherextract		Asche	Nr.	
	mit Aether allein	mit angesäuertem Aether			
1,246	2,581	3,742	2,258	1	aus sämmtlichen Versuchsreihen berechnet
1,636	3,367	4,503	3,341	2	
1,667	3,683	5,073	2,930	3	
1,800	3,847	4,931	3,095	4	
1,328	2,915	4,112	2,672	5	

Der tägliche Ausnützungskoth enthält:

Stickstoff	Aetherextract mit Aether allein	Aetherextract mit angesäuertem Aether	Asche	Nr.	
1,252	2,596	3,764	2,271	1	aus sämmtlichen Versuchsreihen berechnet
1,000	2,058	2,752	2,037	2	
1,511	3,339	4,599	2,656	3	
1,112	2,394	3,047	1,913	4	
0,848	1,861	2,625	1,705	5	

Der tägliche Ausnützungskoth enthält Fixa und Wasser.

	Nr. 1	2	3	4	5
Fixa	17,74	13,89	21,83	14,65	11,66
Wasser	82,84	47,23	68,84	47,14	52,18
Daher Menge des täglichen Ausnützungskothes	100,58	61,12	90,67	61,79	63,84

6. Nahrung.

(Tabelle XI siehe S. 156).

Tabelle XII.

Versuchspersonen		Nr. 1	2	3	4	5
von 100 Nahrung entfallen auf Einzelmahlzeiten	Frühstück	18	18	12	18	18
	10 Uhr	2	1	5	4	2
	Mittagessen	29	32	31	33	30
	3 Uhr nachm.	24	21	24	24	20
	Abendessen	26	28	27	20	30
von 100 zugeführtem Eiweiss ist:	animalen Ursprungs	43,0 (53,2)	46,8 (58,0)	39,9 (61,7)	35,4 (65,7)	46,8 (66,7)
	im zugeführten Brod	50,3 (36,6)	46,4 (31,6)	51,0 (28,7)	54,8 (27,1)	42,3 (25,0)
in der Nahrung ist das Verhältniss:	der N-haltigen Fixa zu den N-freien	1:3,9 (1:4,8)	1:3,7 (1:4,4)	1:4,0 (1:4,2)	1:4,03 (1:4,3)	1:4,06 (1:4,1)
	der animalen Nahrungsmittel zu den vegetabilischen, Getränke excl.	1:2,5 (1:1,6)	1:2,5 (1:1,4)	1:3,2 (1:1,2)	1:3,0 (1:1,1)	1:1,4 (1:0,7)

Tabelle XI.
Menge und Zusammensetzung der 24 stündigen Nahrung.

24 stündige Gesammtzufuhr			hiervon		Wasser			vom Wasser		Eiweiss			Fett			Kohlehydrate			Asche	Versuchsreihen	Versuchspersonen
Mittel	Min.	Max.	Getränke	feste Speisen	Mittel	Min.	Max.	in Getränk	in fest. Speisen	Mittel	Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.			
1650	1525	1796	1257	393	1381	1312	1499	1196	185	57,4	46	68	25,7	17	32	176,1	137	195	—	1	
1426	1262	1590	995	431	1139	983	1286	957	182	58,3	53	62	29,0	23	34	194,2	181	206	—	2	
1715	1540	1969	1248	467	1417	1233	1781	1191	227	59,8	55	62	21,3	13	32	200,7	145	237	—	3	
1676	1511	1772	1102	574	1283	1152	1377	1055	229	71,9	69	79	33,0	27	41	270,5	210	355	—	4	1
1681	1434	1823	1308	373	1404	1174	1574	1250	154	52,2	48	57	21,7	15	25	190,9	151	228	—	5	
1446	1100	1590	869	577	1159	1056	1239	829	330	54,2	41	62	27,4	19	32	192,0	148	240	—	6	
1599	1100	1969	1130	469	1297	983	1781	1080	218	59,0	41	79	26,3	13	41	204,1	137	355	11,9	sämmtliche	
1982	1792	2196	1295	687	1591	1422	1797	1227	364	73,0	66	83	22,7	17	31	273,5	260	286	—	1	
1710	1621	1705	1099	611	1359	1291	1445	1060	299	62,1	59	66	28,3	26	30	251,0	226	271	—	2	
1627	1427	2008	1211	416	1375	1175	1751	1159	215	52,6	50	59	18,9	13	25	167,9	152	174	—	3	
1468	1374	1642	1051	417	1188	1054	1382	1009	179	54,9	50	59	28,1	23	31	181,2	158	225	—	4	2
1628	1318	2105	1259	369	1405	1092	1871	1214	192	51,8	47	54	19,2	17	21	145,0	119	160	—	5	
1319	1131	1421	957	362	1132	976	1246	940	192	49,3	39	61	21,5	13	34	107,3	90	127	—	6	
1622	1131	2196	1145	477	1342	976	1871	1102	240	57,3	39	83	23,1	13	34	187,6	90	286	12,0	sämmtliche	
1721	1229	1967	1061	660	1397	1175	1581	1015	382	64,6	54	78	28,2	21	32	217,4	182	267	—	1	
1565	1370	1886	872	693	1187	1049	1430	836	351	74,9	67	92	33,1	26	40	261,8	197	313	—	2	
2547	2078	2949	1639	908	2077	1647	2416	1543	535	79,7	66	88	22,6	16	32	339,3	266	392	—	3	
1932	1654	2411	1289	643	1548	1278	1971	1230	318	79,8	72	84	24,6	19	33	270,7	242	315	—	4	3
1907	1721	2094	1299	608	1467	1301	1632	1212	254	84,6	80	89	29,7	25	34	309,7	274	345	—	5	
1885	1670	2236	975	910	1456	1261	1798	955	501	84,3	75	94	31,0	23	42	294,5	270	339	—	6	
1898	1229	2949	1155	748	1499	1049	2416	1101	398	77,2	54	94	28,5	16	42	278,2	182	392	15,1	sämmtliche	
1618	1521	1696	1100	518	1302	1208	1363	1028	274	59,4	50	64	22,4	21	24	220,8	170	260	—	1	
1587	1465	1771	997	590	1249	1124	1435	952	296	61,1	59	68	26,7	23	29	241,8	234	256	—	2	
1605	1379	1878	1100	505	1302	1067	1560	1046	256	57,7	54	64	18,7	13	23	214,0	175	236	—	3	
1865	1618	2314	1219	646	1481	1174	1924	1174	307	70,3	66	76	26,7	26	28	269,4	241	313	—	4	4
1838	1631	2162	1256	582	1441	1307	1724	1196	245	71,8	66	77	16,0	10	21	296,3	229	335	—	5	
1338	1154	1510	627	711	1000	838	1136	602	398	57,3	55	62	19,1	12	24	250,9	226	280	—	6	
1642	1154	2314	1050	592	1296	838	1924	1000	296	62,9	50	77	21,6	10	29	248,9	170	335	12,0	sämmtliche	
1349	1081	1576	901	448	1096	862	1269	826	270	47,9	40	56	22,0	18	25	169,0	137	210	—	1	
1515	1407	1582	978	537	1199	1096	1284	919	280	58,9	57	64	27,6	24	32	221,9	204	241	—	2	
1218	1142	1309	922	296	1003	944	1091	862	141	39,0	27	52	25,6	21	29	136,0	100	191	—	3	
1507	1222	1712	1139	368	1258	1049	1463	1086	172	51,1	42	62	21,9	18	29	168,6	108	188	—	4	5
998	665	1050	639	359	789	481	860	595	193	37,8	31	43	20,3	13	29	137,5	104	160	—	5	
1154	981	1348	677	477	897	713	1062	629	268	46,1	30	55	33,8	25	45	162,5	129	211	—	6	
1290	665	1712	876	414	1040	481	1463	820	221	46,8	27	64	25,2	13	45	165,9	100	241	8,9	sämmtliche	

Die Zahlen in Klammern wurden im Jahre 1880/81 erhalten. Damals spielte die Milch noch eine grosse Rolle bei der Ernährung namentlich der drei jüngeren Kinder, diesmal kommt sie nur wenig in Betracht, theils weil die Kinder älter geworden sind, teils weil in Urach die Beschaffung guter Milch schwierig ist. — Zu den „Getränken" sind in Tabelle XII Wasser, Kaffee und Thee, Wein und Bier gerechnet; in Tabelle XI auch noch Milch und Suppe.

Tabelle XIII.

Ausnützung der Nahrung und andere Verhältnisszahlen.

		Nr. 1	2	3	4	5	Erwachsener
Auf 100 in der Nahrung kommt im Koth:	Fixa überhaupt	5,87	4,96	5,47	4,23	4,67	8
	Stickstoff	13,26	10,91	12,24	11,05	11,32	17,0
	Aetherextract	14,48	11,91	16,14	14,24	10,50	—
	Asche	19,13	16,89	17,53	15,96	19,20	21
auf 1000 zugeführtes Wasser kommt auf Urin:	Mittel	698	811	752	749	805	603
	Minim.	611	686	653	719	705	—
	Maxim.	824	946	817	792	893	—
von 100 Gesammtausscheidung kommt:	auf Urin	54,2	61,6	57,5	60,4	62,5	
	auf Koth	5,0	3,2	5,6	3,3	3,9	

Tabelle XIV.

24stündige Stickstoffzufuhr und Stickstoffausscheidung.

Versuchspersonen	1	2	3	4	5
Stickstoff im Urin	9,90	9,83	10,70	7,78	6,23
Stickstoff im Koth	1,25	1,00	1,51	1,11	0,85
Stickstoff im Urin und Koth	11,15	10,83	12,21	8,89	7,08
Stickstoff der Zufuhr	9,44	9,17	12,35	10,06	7,49
Differ. zwischen N von Zufuhr u. Ausscheid.	—1,71	—1,66	+0,14	+1,17	+0,41

Die Zahlen für den Kothstickstoff sind ein wenig zu klein, da derselbe an getrocknetem Koth bestimmt wurde und der Koth beim Trocknen etwa 1/10 seines Stickstoffes verliert. Zieht man dies in Betracht, so kann man als Differenz zwischen N-Zufuhr und N-Ausscheidung für alle fünf Kinder etwa — 1,65, für ein Kind also — 0,33 annehmen, d. h. Zufuhr und Ausfuhr von Stickstoff sind (nach Ausgleich der Zufälligkeiten) annähernd gleich gross. Vor vier Jahren

wurde als mittlere Differenz für die fünf Kinder —5,14, für ein Kind — 1,03 gefunden, also weniger befriedigende Werthe. Ich habe diesmal viel mehr Stickstoffbestimmungen der Nahrung, namentlich auch solche an Mehlspeisen, gemacht, früher dagegen nur das Eiweiss derselben geschätzt und den Stickstoff durch Division mit 6,25 berechnet, was wohl eine etwas zu kleine Zahl für den Stickstoff gibt.

7. Versuchsmethode und Analysen.

Von einer Beschreibung der ersteren kann ich füglich Abstand nehmen, nachdem ich bei früheren Publikationen näher darauf eingegangen bin. Von Analysen der Nahrungsmittel will ich die für die erste Versuchsreihe gemachten angeben, damit ersehen werden kann, wie weit meine Angaben auf Beobachtung, wie weit auf Schätzung beruhen.

1. Zubereitung der Speisen für Nr. 2, 4 und 5:

1500 Rindsmuskel, durch Ausschneiden möglichst entfettet,
15 Kochsalz,
100 lufttrockener geriebener Weck,
150 Schweineschmalz,
230 Ei ohne Schale,
150 Wasser

total 2145 gaben 1835 fertigen Braten;
400 Reis,
40 Schweineschmalz,
20 Kochsalz,

Wasser gekocht gaben nach dem Erkalten 4050 g Reissuppe.

Erkaltete geriebene Kartoffel, 20 g Salz, etwas Pfeffer, Essig gaben 1400 g Kartoffelsalat.

Der Gewichtsverlust, welchen der Hackbraten, der Kartoffelsalat und das Schwarzbrot (von welchem mehrere Leibe altgebacken vorhanden waren) von einem Tag zum andern erlitt, wurde gewogen. Von der Milch wurde ein genügender Vorrath am Morgen des ersten Versuchstages in Glasflaschen gekocht, noch heiss zugekorkt und in der Kälte aufbewahrt, die Milch hielt sich so vier Tage, sie wurde vor dem Gebrauch jedesmal stark geschüttelt. Die Wecken

wurden immer von demselben Bäcker bezogen und bei jeder Versuchsreihe von einem halben oder einem ganzen Weck eine Trockenbestimmung gemacht. Auf diese Weise wurde auch das Verhältniss zwischen Rinde und Krume richtig erhalten.

2. Analysen:

gehackter Rindsmuskel	6,9775	enthielt	1,8295	Fixa	= 26,22 %
geriebener Weck zum (Hackbraten)	1,1030	„	0,8760	„	= 79,42 %
Hackbraten vom 2. Tage	6,5660	„	2,5020	„	= 38,10 %
Schwarzbrot „ „	3,6915	„	2,3578	„	= 63,87 %
Kartoffelsalat „ „	8,8625	„	2,0250	„	= 22,85 %
Milch vom 5. Tag . . .	5,6775	„	0,7480	„	= 13,17 %

27 frischer Weck (= ½) wurde getrocknet und wog alsdann 21 gepulverter getrockneter Weck 3,9345 enthielt 3,5525 Fixa = 90,29 % frischer Weck enthielt also 70,23 % Fixa.

		Stickstoff
Hackbraten vom 5. Tag lieferte	mit Natronkalk verbrannt	3,360 %
Milch „ 5. „ „	nass „ „ „	0,586 %
„ „ „ 5. „ „	3,410 % Aetherextract.	

Für die Kinder 1. und 3. wurden dieselben Analysen gemacht, ausserdem aber noch folgende weitere:

Gesottene Kartoffeln	6,3360	lieferten Fixa	2,1185	= 33,44 %
„ Schellfische	2,7723	„ „	0,6552	= 23,63 %
Aepfel	5,8460	„ „	0,6845	= 11,71 %

Die Fixa von Weck und Schwarzbrot wurden aufbewahrt und die bei den verschiedenen Versuchsreihen erhaltenen gemischt, von dem Gemisch aber eine Stickstoffbestimmung durch Verbrennen mit Natronkalk gemacht; mit folgendem Resultat:

Fixa von Schwarzbrot enthielten nach 1. Analyse 2,639 % Stickstoff
„ „ „ „ „ 2. „ 2,703 % „
Fixa von Weissbrot enthielten 2,586 % Stickstoff
„ „ Maccaroni enthielten 2,253 % „

Die Stickstoffbestimmungen geschahen durchweg nach der Will-Varrentrapp'schen Methode, für Flüssigkeiten mit der von mir be-

schriebenen kleinen Modification (diese Zeitschr. Jahrg. 1884 S. 255). Die Aetherextractionen geschahen diesmal in einem Apparat mit kochendem Aether. Da ich früher mit kaltem Aether extrahirt hatte, extrahirte ich diesmal den Koth im Apparat und ohne Apparat, um den etwaigen Unterschied zu finden. Auf beide Arten machte ich Doppelbestimmungen und konnte nur den Unterschied wahrnehmen, dass die Arbeit mit dem Apparat viel sicherer ist als die ohne Apparat; mehr Extract lieferte mir erstere durchschnittlich nicht. Der Aetherextract des Kothes gab keine Stickstoffreaction (bei Behandlung mit Natriummetall, Eisenoxyd-Oxydulsalz und Salzsäure).

Die Einäscherungen geschahen wie früher in einem Muffelofen bei ganz schwacher Rothglühhitze, ohne weitere Vorsichtsmaassregeln. Ich habe mich von der Geringfügigkeit der dabei möglichen Verluste an verdampfenden Salzen schon früher überzeugt und darüber berichtet.

8. Schlussbemerkungen.

Der Umstand, dass die beiden ältesten Mädchen nunmehr absolvirt sind, fordert allerdings zu einer Zusammenstellung ihrer Resultate auf und gewiss hätte eine solche bei einer nunmehr zehn Jahre weitergeführten Arbeit alle Berechtigung. Ich ziehe aber vor, damit bis zum gänzlichen Abschluss der Versuche zu warten, um nicht später zu Wiederholungen oder gar zur Correctur voreiliger Schlüsse genöthigt zu sein und verweise die Leser, welche sich für die eine oder andere der von mir beobachteten Functionen des kindlichen Körpers besonders interessiren, auf die fünf seit 1878 in dieser Zeitschrift erschienenen Abhandlungen. Doch möchte ich einiges besprechen, was mir an und für sich wichtig oder gerade gegenwärtig interessant erscheint.

Individuelle Verschiedenheiten der Funktionen treten schon sehr frühzeitig hervor und erhalten sich wohl das ganze Leben hindurch. So ist bei Kind Nr. 2 von jeher eine grosse Urinmenge und eine kleine Persp. insensib. zu bemerken gewesen, seine Kothmengen waren absolut und relativ (zur Zufuhr) klein, aber reich an festen Bestandtheilen und letzterer Umstand bewirkte, dass die Aus-

nützung der Nahrung (Verhältniss der Nahrungsfixa zu den Kothfixa) nicht erheblich besser war als bei den andern Kindern.

Gleichzeitig war immer eine (mässige) Neigung zur Korpulenz vorhanden. Ich denke, dies hängt in der Weise etwa zusammen, dass hier die Beschaffenheit der äusseren Bedeckung der Wasserausscheidung und wohl auch der Wärmeabgabe minder günstig ist.

Neben individuellen Verschiedenheiten ist der Unterschied des Geschlechts frühzeitig zu bemerken und so gross, dass man bei Kindern so wenig als bei Erwachsenen richtige Mittelwerthe bilden kann, wenn man nicht gleich viel Individuen von jeder Seite beizieht.

Auch durch Bildung von Verhältnisszahlen (auf 1000 g Körpergewicht) wird der Geschlechtsunterschied nicht genügend beseitigt.

Sehr auffallend war mir die geringe Zufuhr und entsprechend die kleinen Werthe für die Ausscheidungen bei den zwei ältesten, fast erwachsenen Mädchen im letzten Versuchsjahre. Auf 1000 g Körpergewicht kamen nämlich in diesem Jahre bei allen Kindern wie folgt:

Gesammt-zufuhr	Wasser	Fixa	Eiweiss	Fett	Kohle-hydrat	Asche	Versuchs-personen
40,38	32,75	7,63	1,49	0,66	5,15	0,17	1
37,46	31,00	6,47	1,32	0,53	4,33	0,20	2
60,82	48,03	12,79	2,47	0,91	8,91	0,31	3
69,86	55,14	14,72	2,68	0,91	10,50	0,37	4
64,17	51,74	12,44	2,33	1,24	8,25	0,36	5

Es mag sein, dass während der Versuchstage die Nahrungsaufnahme ein wenig beeinträchtigt war, allein viel kann dies unmöglich ausmachen. Dafür spricht auch folgender Umstand: Die 24 stündigen Harnstoffmengen sind seit vier Jahren fast ganz gleich geblieben, es war nämlich:

	24 stündiger Harnstoff		mittleres Gewicht in kg	
	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 1	Nr. 2
80/81	18,8	16,8	30,3	26,3
82/83	17,8	17,8	35,7	32,6
85	19,1	19,0	39,6	43,6

1882/83 wurden die Speisen nicht analysirt und die Kinder genossen während der 24 Versuchstage ganz die gewöhnliche Kost, und dennoch zeigte sich die geringe Harnstoffausscheidung. — Man wird also daran festzuhalten haben, dass Mädchen dieses Alters mit so wenig auskommen können. Unsere Kenntnisse über die Nahrungszufuhr von Frauen sind ja überhaupt noch sehr mässig, und was man gewöhnt ist, als mittleren Bedarf des Erwachsenen zu betrachten, passt mehr für den Mann allein, als für beide Geschlechter. Ueber den Stoffwechsel von Frauen in gut situirten Familien liegen meines Wissens noch gar keine Beobachtungen vor.

Erwachsene Mädchen sind selbstverständlich nicht mehr so viel in freier Luft und in Bewegung als Kinder, aber doch waren die meinigen z. B. im Winter während der Versuchstage täglich mehrere Stunden auf der Eisbahn und bei guter Jahreszeit im nahen Wald. Die Mädchen sind ganz gesund und zeigen keine Spur von Chlorose [1]).

Die Abnahme der relativen, auf 1 kg Körpergewicht berechneten Zufuhr mit zunehmendem Alter ist bekannt. Um dieselbe bequem nachzuweisen, habe ich die relative Zufuhr der Kinder, welche im Jahre 1880/81 bestand, = 1 gesetzt und die Werthe für die spätern Jahre dem entsprechend umgerechnet; ich habe dabei Nr. 1 und 2 sowie 4 und 5 zusammengenommen. Daher stammt die folgende Tabelle, welche (um allem Irrthum vorzubeugen) folgendermaassen zu deuten ist: z. B. Gesammtzufuhr für 1 und 2: Im Jahre 1881/82 kam auf ein bestimmtes Körpergewicht (es betrug 15,8 g) 1 g Gesammtzufuhr; 1882/83 und 1885 kamen auf dasselbe Körpergewicht nur 0,77 und 0,59 Gesammtzufuhr. Ferner Wasserzufuhr für dieselben: Im Jahre 1881/82 kam auf 19,9 g Körpergewicht eine Wasserzufuhr von 1 g; 1882/83 und 1885 auf dasselbe Körpergewicht nur 0,73 und 0,59 g etc.

---

1) Ich habe, was hier beiläufig bemerkt sein soll, schon mehrfach bemerkt, dass jüngere und ältere Mädchen ganz unglaublich wenig essen und namentlich einen Widerwillen gegen Fleisch haben. Zeigt sich dieses bei Mädchen im Alter von 12 bis 15 Jahren, so ist energisches Einschreiten sehr zu empfehlen, wenn man nicht später schwere Chlorose erleben will. Es handelt sich bei dem Zustand, welchen ich im Auge habe, weniger um eigentlicher Affection der Verdauungsorgane, sondern theilweise wenigstens um üble Gewohnheit, welche man durch systematische Bekämpfung wohl beseitigen kann.

Zeit	Gesammtzufuhr	Wasser	Fixa	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate	mittleres Körpergewicht	Versuchspersonen
81/82	0,77	0,73	0,92	0,91	0,65	1,00	34,1	Mittel von 1 und 2
85	0,59	0,59	0,56	0,66	0,43	0,56	41,4	
81/82	0,82	0,79	0,95	0,95	0,57	1,02	25,1	„ 3
85	0,74	0,73	0,80	0,82	0,47	0,85	31,2	
81/82	0,83	0,80	0,93	0,87	0,74	1,01	17,5	Mittel von 4 und 5
85	0,71	0,70	0,76	0,77	0,44	0,82	21,8	

Die mittleren Körpergewichte für 1880/81 waren: 28,4; 21,0; 14,2 kg. Für Nr. 4 und 5 hat man wegen der Kränklichkeit von Nr. 5 im Jahre 1885 wohl etwas zu kleine Werthe erhalten. Die Tabelle lehrt, dass die Zufuhr von Fett weit schneller, die Zufuhr der Kohlehydrate langsamer abnimmt als die Gesammtzufuhr; auch die Eiweisszufuhr nimmt etwas langsamer ab, als die Gesammtzufuhr.

Das Verhältniss der einzelnen Nahrungsstoffe: Eiweiss, Fett und Kohlehydrat ist für den Säugling durch die Zusammensetzung der Muttermilch von Natur gegeben. Beim älteren Kind weiss man nicht gewiss, wie weit das, was man beobachtet, physiologisch begründet ist oder wie weit es nur auf dem Gebrauch des einzelnen Hauses und Landes beruht. Es ist bekannt, welch wichtige Rolle auch bei der Ernährung älterer Kinder die Kuhmilch spielt, ja es erscheint fast unmöglich, Kinder nach dem Entwöhnen ohne Kuhmilch aufzuziehen. Ich habe in folgender Tabelle zusammengestellt, wieviel von 100 genossenen Nahrungsstoffen in verschiedenen Perioden bei meinen Kindern von der Milch stammte.

	1880/81					1885				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Eiweiss	18	18	20	34	34	9	9	7	9	16
Fett	35	34	38	56	55	20	24	19	28	32
Kohlehydrat	8	10	7	17	19	5	5	3	4	8

Die Kuhmilch kommt also am meisten in Betracht für die Fettzufuhr. Schwerlich würde letztere ohne dieses Nahrungsmittel bei Kindern die beobachtete Höhe erreichen.

Directe Reizung der quergestreiften Muskeln mittels des constanten Stromes.

(Fortsetzung).

Von

K. Hällstén in Helsingfors.

(Mit Tafel II.)

V. Erregbarkeits-Veränderungen beim Elektrotonus.

(Mit den Figuren 1—5 auf der Tafel II).

Erregbarkeitsveränderungen in quergestreiften Muskeln durch Einwirkung des constanten Stromes sind, wie bekannt, von v. Bezold [1]) aufgefunden worden; v. Bezold fand, dass diese Veränderungen sich auf dieselbe Art verhalten, wie die in motorischen Nerven, jedoch mit dem Unterschied, dass sie in den Muskeln nur auf die intrapolare Strecke beschränkt sind. Dasselbe Verhältniss haben auch unsere Untersuchungen bestätigt. Verschiedene Ursachen veranlassen uns jedoch, diese Frage hier wieder aufzunehmen; v. Bezold's Untersuchungen sind nämlich nicht mit unpolarisirbaren Elektroden [2]) ausgeführt; ferner beziehen sich die v. Bezold'schen Untersuchungen der intrapolaren Muskelstrecke nur auf die sog. totale Erregbarkeit [3]); weiter wurde bei diesen Untersuchungen der

1) A. v. Bezold, Untersuchung über die elektrische Erregb. d. Nerv. u. Musk. Leipzig 1861.

2) a. a. O. S. 222.

3) a. a. O. S. 212—224.

dauernden Verkürzung keine Aufmerksamkeit geschenkt. Wir haben unpolarisirbare Elektroden angewandt nach der Methode, die im Anfang jener Abhandlung angegeben wurde; ferner beziehen sich die folgenden Untersuchungen auf die partielle Erregbarkeit der intrapolaren Strecke; zugleich haben wir den Veränderungen der Länge, welche der polarisirte Muskel bei Reizung erleidet, Aufmerksamkeit gewidmet. Die Untersuchungen sind übrigens wie die von Bezold'schen an Muskeln von curarisirten Thieren ausgeführt und beziehen sich ausschliesslich auf den muscul. gastrocnemius, die von v. Bezold dagegen auf Muskeln von mehr regelmässiger Form, nämlich auf den muscul. semimembranosus [1]).

Als Reiz bei diesen Untersuchungen wurden ursprünglich (Frühjahr 1886) Inductionsströme angewandt; da aber später gefunden wurde, dass die Präparate bei Reizung mit constantem Strom bedeutend grössere Ausdauer zeigen, so haben wir die Versuche mit constantem Strom als Reiz wieder dieses Frühjahr (1887) aufgenommen. Die letzteren Untersuchungen lassen auch die Erscheinungen regelmässiger hervortreten; wir widmen ihnen darum hier grössere Aufmerksamkeit. Ferner fügen wir hier und da eine Figur hinzu zur Erläuterung der Reaktionen; die Zuckungshöhen wurden nämlich auf stillstehender berusster Glasscheibe aufgezeichnet und darnach die Messungen oder die Zeichnungen ausgeführt. In den Figuren deuten die Bezeichnungen 1D, 2D, 3D, u. s. w. die Anzahl von Daniell's Elementen an, womit der Muskel in der betreffenden Versuchsserie polarisirt wurde. Es mag noch erwähnt werden, dass die Versuche ohne besondere Belastung ausgeführt sind.

1. Constanter Strom als Reiz.

Die Drähte, womit der polarisirende Strom zum Muskel geleitet wurde, waren um das obere und untere Ende des Muskels gebunden; der erregende Strom wirkte in der intrapolaren Strecke auf den oberen oder mittleren Theil des Muskels in aufsteigender Richtung. Jede Versuchsreihe umfasst fünf Reaktionen; zuerst wirkte nämlich der erregende Strom allein für sich, indem derselbe mit der Hand

1) a. a. O. S. 212.

zuerst geschlossen und gleich darauf geöffnet wurde; unmittelbar darauf wurde der polarisirende Strom geschlossen; darauf wurde vermittelst neuer Reizung mit dem vorher angewendeten Reize geprüft, ob die Erregbarkeit der untersuchten Stelle in Folge der Wirkung des polarisirenden Stromes sich verändert hatte; dann wurde der polarisirende Strom wieder geöffnet, und zuletzt wurde die Erregbarkeit an derselben Stelle nochmals mit dem ursprünglichen Reiz geprüft. Die vier ersten Operationen wurden während weniger Secunden ausgeführt; die letzte Reizung dagegen, welche nur ein Controlversuch ist, um mögliche Nachwirkungen des polarisirenden Stromes zu untersuchen, geschah gewöhnlich gleich, nachdem der polarisirende Strom geöffnet war, und wenn die Reaction nicht mit der ursprünglichen übereinstimmte, wurde die Reizung nach ein oder zwei Minuten wiederholt. Wenigstens ein paar Minuten verflossen zwischen den verschiedenen Versuchsreihen. Bei jeder Reaction wurde die Tafel um ein paar Millimeter verschoben; so erhielten wir die Zeichnungen, welche die Fig. 1—5 auf der Tafel II darstellen. Alle Figuren sind von links nach rechts zu lesen; der erste senkrechte Strich links bedeutet also die Wirkung des angewendeten Reizes auf den unpolarisirten Muskel, der zweite die Grösse der Schliessungszuckung des polarisirenden Stromes, der dritte die Wirkung des Reizes auf den polarisirten Muskel, der vierte die Wirkung der Oeffnung des polarisirenden Stromes und der fünfte bedeutet die Wirkung des Reizes nach dem Versuche. In Uebereinstimmung hiermit fassen wir die Resultate der verschiedenen Versuchsserien in Form einer Tabelle zusammen; die Ueberschrift Dan. bezeichnet die Anzahl der Daniell'schen Elemente, welche bei der Versuchsserie angewendet wurden; die Columnen mit den Ueberschriften Schl. Z und Oeffn. Z bedeuten die Wirkung bei der Schliessung und der Oeffnung des polarisirenden Stromes; die drei Columnen endlich mit der Ueberschrift Reiz geben die Wirkung des Reizes an, nämlich die beiden äusseren Columnen die Wirkung des Reizes auf den unpolarisirten Muskel, und die mittlere seine Wirkung auf den polarisirten. In der Tabelle haben wir ferner hier und da Vk und Vl = eine Ziffer hinzugefügt; das bedeutet die Verkürzung Vk oder die Verlängerung Vl des Muskels bei der genannten Reaction. Alle Längenmaasse sind vermittelst eines Stangen-

zirkels in Millimeter gemessen. — Die folgenden Versuche wurden im Mai an 8—10—14 Tage früher gefangenen Fröschen ausgeführt. Hier mag noch erwähnt werden, dass die intrapolaren Muskelstrecken des polarisirenden und erregenden Stromes bei diesen Versuchen im Allgemeinen ungefähr resp. 20 und 3—4 mm waren; es zeigte sich unmittelbar hierbei, dass diese intrapolaren Strecken einen wesentlichen Einfluss auf den Eintritt der Reizung ausübten, indem nämlich, um eine Zuckung hervorzurufen, eine grössere Anzahl Elemente für den erregenden Strom nöthig waren, als für den polarisirenden. Dieser Umstand hat zu den Untersuchungen in der folgenden Abhandlung VI Veranlassung gegeben.

Versuch 1, wie auch die Versuche 2, 3, 4 und 5, beziehen sich auf den katelektrotonischen Zustand im oberen Ende des Muskels; der polarisirende Strom mit den Polen an den Enden der Muskeln war also aufsteigend. Der erregende Strom hatte auch dieselbe Richtung; diese Richtung wurde gewählt, weil die Reizung bei der Schliessung des Stromes von dem negativen Pol ausgeht und weil der Versuch die Erregbarkeitsveränderung ganz nahe an dem negativen Pol des polarisirenden Stromes bezweckt. Die intrapolaren Strecken waren resp. 20 und 3,5 mm und die Entfernung zwischen den beiden negativen Polen der beiden Ströme 3,5 mm. Die Stärke des erregenden Stromes wurde bei Bedarf durch das Rheochord modificirt. Die Ergebnisse der verschiedenen Versuchsreihen zeigt die folgende Tabelle:

Dan.	Reiz	Schl. Z	Reiz	Oeffn. Z	Reiz
1.	min. [1])	1,7; Vk = 0,4	2,2	0	min.
2.	min.	4,5; Vk = 1,8	1,2; Vl = min.	0; Vl = 1,3	min.
3.	min.	5,5; Vk = 2,5	min; Vl = min.	0; Vl = 1,8	0
4.	min.	4,9; Vk = 2,6	min; Vl = 0,4	0; Vl = 1,5	0
5.	min.	3,6; Vk = 2,8	0; Vl = 0,5	0; Vl = 0,7	min.
6.	1,6	3,6; Vk = 2,8	min; Vl = 0,7	0; Vl = 0,9	0,6

Zuletzt wurden noch zwei Controlversuche mit dem polarisirenden Strom von 3 Daniell's mit beinahe demselben Resultate wie in der obigen Tabelle gemacht.

1) min. bezeichnet hier und überall Minimal-Zuckung, d. h. eine Zuckung von ungefähr einem Zehntel Millimeter oder weniger.

In den beiden ersten Versuchsreihen mit dem polarisirenden Strom von 1 und 2 Daniell's war also die Erregbarkeit auf der untersuchten Stelle vermehrt; in der 3. und 4. Versuchsserie, mit dem polarisirenden Strom von 3 und 4 Daniell's, war die Erregbarkeit nicht merkbar verändert; in der 5. und 6. Versuchsserie, wo der polarisirende Strom noch weiter verstärkt wurde, war die Erregbarkeit vermindert. Die Erklärung dieser Verhältnisse muss in der Verschiebung des Indifferenzpunktes bei gesteigerter Stärke des polarisirenden Stromes vom positiven zum negativen Pol gesucht werden.

Der Versuch zeigt weiter, dass die dauernde Verkürzung Vk, welche der Muskel, gleich nachdem die Schliessungszuckung vor sich gegangen, zeigte, bis zu einer gewissen Grenze mit der Stärke des Stromes zunahm.

Ferner war sozusagen jede Reizung des polarisirten Muskels und ebenso das Oeffnen des polarisirenden Stromes begleitet von einer Verlängerung in dem Muskel, oder von einer Verminderung in seiner dauernden Verkürzung.

Versuch 2 mit derselben Anordnung als in Versuch 1.

Dan.	Reiz	Schl. Z	Reiz	Oeffn. Z	Reiz
1.	min.	0	0,5	0	min.
2.	min.	min.	0,5	0	min.

In der 1. dieser Versuchsreihen zeigte sich also Erregbarkeitssteigerung an den negativen Polen, obgleich der polarisirende Strom keine Schliessungszuckung hervorrief, und auch keine andere merkbare Veränderung im Muskel sich zeigte.

Versuch 3 wieder mit derselben Anordnung.

Dan.	Reiz	Schl. Z.	Reiz	Oeffn. Z.	Reiz
3.	0,9	7,8	3,5	0	min.
1.	2,7	min.	4,6	0	2,6
2.	2,5	4,5	3,1	0	0,5
4.	0,5	3,4	1,0	0	min.
6.	min.	2,6	0	0	min.

Die Längenveränderungen Vk und Vl wurden hier nicht gemessen. Der Versuch zeigt dasselbe Resultat wie der Versuch 1, was die Erregbarkeits-Veränderung betrifft, zuerst eine Vergrösserung, dann bei gesteigertem polarisirendem Strome eine Verminderung

derselben. Wir fügen noch zwei Versuche 4 und 5 mit den dahin gehörenden Fig. 1 und 2 zur Beleuchtung der Erregbarkeits-Vergrösserung am negativen Pol hinzu.

Versuch 4. Dieselbe Anordnung; die intrapolaren Muskelstrecken waren resp. 20 und 3 mm, und die Entfernung zwischen den negativen Polen der Ströme 2—3 mm. Die Figuren 1 zeigen das Verhältniss des Muskels bei Polarisation mit 1, 3 und 5 Daniell und bei Anwendung von schwachem Reiz.

Dan.	Reiz	Schl. Z	Reiz	Oeffn. Z	Reiz
1.	min.	0,4; Vk = min.	3,2; Vl = min.	0	min.;
3.	min.	8,0; Vk = 2,9	2,2; Vl = 0,4	0; Vl = 1,5	0;
5.	min.	8,4; Vk = 4,1	0,9; Vl = min.	1,8; Vl = 1,8	0; Vl = min.

In der ersten der Figuren sind nur vier Striche, weil die Oeffnung des polarisirenden Stromes keine Wirkung gab; die Figuren zeigen ferner, dass der angewendete Reiz ganz minimal war, und dass die Erregbarkeits-Vergrösserung besonders bei schwächerem polarisirendem Strome deutlich hervortrat.

Versuch 5. Eben solcher Versuch mit stärkerem Reiz; die intrapolaren Muskelstrecken waren 22 und 2—3 mm und die Entfernung zwischen den negativen Polen der beiden Ströme 2 mm. Das Verhältniss des Muskels bei Polarisation mit 1, 3, 5 und 7 Daniell zeigen die Figuren 2, und die Reactionen, die der Muskel zeigte, gibt die folgende Tabelle an.

Dan.	Reiz	Schl. Z.	Reiz	Oeffn. Z	Reiz
1.	3,6	2,1; Vk = 0,6	4,0; Vl = min.	0	2,3
3.	2,2	9,8; Vk = 2,5	5,4; Vl = min.	0; Vl = 0,9	2,7
5.	2,5	10,5; Vk = 4,4	2,1	1,9; Vl = 2,5	3,4
7.	3,6	9,7; Vk = 5,4	0; Vl = min.	1,6; Vl = 3,4	3,7

Auch hier zeigt sich die Erregbarkeits-Vergrösserung an dem negativen Pole bei schwächerem polarisirendem Strome; dass dasselbe Verhältniss nicht in den beiden letzteren Versuchsreihen, wo der polarisirende Strom stärker war, hervortritt, kann auf dieselbe Art wie im Versuch 1 erklärt werden, nämlich durch die Verschiebung des Indifferenzpunktes; aber dieses Verhältniss kann auch darin seine Erklärung finden, dass, wenn der Reiz wie hier, gross ist, die hochgradige dauernde Verkürzung nicht erlaubt, dass sich die vergrösserte Erregbarkeit in einer grösseren Muskelzuckung zeigt.

Die nächstfolgenden Versuche 6—8 beziehen sich auf den anelektrotonischen Zustand in dem oberen Ende des Muskels. In diesen Versuchen war also der polarisirende Strom im Muskel absteigend, aber aus demselben Grunde wie im vorigen Falle der erregende Strom aufsteigend.

Versuch 6. Die intrapolaren Muskelstrecken waren resp. 20 und 3 mm, und die Entfernung zwischen dem negativen Pol des erregenden Stromes und dem positiven des polarisirenden Stromes war 1,5 mm.

Dan.	Reiz	Schl. Z	Reiz	Oeffn. Z	Reiz
1.	3,3	5,7; Vk = 2,3	1,5; Vl = 0,9	0; Vl = 0,8	3,8
3.	2,8	8,5; Vk = 5,1	1,5; Vl = 1,5	0; Vl = 1,3	3,0
6.	4.9	7,6; Tetanus	min.; Vl = 0,8	2,4; Vl = 0,6	4,3
8.	3,7	6,9; Vk = 4,3	0; Vl = 0,9	4,1; Vl = 1,8	5,3
8.	5,4	6,2; Vk = 4,0	0; Vl = 0,8	2,3; Vl = 1,2	5,4

Der Versuch zeigt Verminderung der Erregbarkeit an der Anode des polarisirenden Stromes. In diesem Versuche wurden Reize von grösserer Stärke angewendet; es bedurfte deswegen eines relativ starken polarisirenden Stromes, 6—8 Daniell, um zu verhindern, dass der Reiz irgend welche Zuckung hervorbringe.

Versuch 7. Dieselbe Anordnung wie bei den vorigen Versuchen: die intrapolaren Muskelstrecken waren 23 und 6 mm; die Entfernung zwischen dem negativen Pol des erregenden Stromes und dem positiven des polarisirenden Stromes war 3 mm. Als polarisirender Strom wurde nur 1 Daniell angewendet und seine Stärke wurde nach Bedarf vermittelst eines Rheochords verändert; ebenso war der Reiz schwach, so dass die Zuckungshöhe des unpolarisirten Muskels nicht 0,8 mm überschritt. Bei der Rheochordlage 17 cm und schwächerem polarisirendem Strom wurde keine Veränderung in der Erregbarkeit bemerkt; dagegen als der polarisirende Strom durch Verschiebung des Rheochordbügels bis 19, 23, 28 cm vermehrt wurde, nahm die Erregbarkeit ab; und endlich bei der Rheochordlage 30 und darüber ward ganz minimaler oder kein Ausschlag bei dem angewendeten Reiz erhalten.

In diesem Versuche veranlasste der angewendete polarisirende Strom keine Schliessungszuckung oder dauernde Verkürzung im Muskel.

Auch die anelektrotonische Erregbarkeitsveränderung trat also früher oder bei schwächerer Stromstärke als die eben genannten Wirkungen ein, ebenso wie bei dem Versuche 2 die katelektrotonische Veränderung. Dieser Versuch zeigte ferner, dass der Erregbarkeitsverminderung an dem positiven Pol keine Erregbarkeitsvergrösserung vorangegangen ist. In diesem Versuche wurde also wenigstens $^3/_{23}$ d. h. $^1/_8$ oder $^1/_7$ von der intrapolaren Strecke an der Anode in den Zustand von Anelektrotonus versetzt.

Versuch 8. Dieselbe Anordnung wie bei den beiden letzten Versuchen; die intrapolaren Muskelstrecken waren resp. 20 und 3—4 mm, und die Entfernung zwischen dem negativen Pol des erregenden und dem positiven Pol des polarisirenden Stromes 1—2 mm. Das Resultat der Versuche zeigt die Figur 3.

Dan.	Reiz	Schl. Z	Reiz	Oeffn. Z	Reiz
1.	3,0	1,6	1,0; min.	0	3,0
3.	2,7	4,6; Vk = 1,0	min.	0; Vl = min.	2,0
5.	2,0	5,4; Vk = 1,5	min.	0,6; Vl = 0,6	1,4
7.	1,5	5,6; Vk = 1,8	0	1,8; Vl = 0,8	1,2

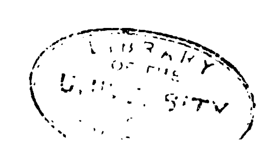
Der Versuch zeigt dasselbe Verhältniss wie der Versuch 6, nämlich die Verminderung der Erregbarkeit am positiven Pol.

Zuletzt führen wir hier noch einige Versuche an, welche sich auf die Mitte der polarisirten Strecke beziehen; bei diesen Versuchen Nr. 9—13 war der polarisirende Strom absteigend, der erregende Strom dagegen aufsteigend.

Versuch 9. Die intrapolaren Muskelstrecken waren resp. 22 und 4 mm; die Entfernung zwischen den negativen Polen betrug 13 mm.

Dan.	Reiz	Schl. Z	Reiz	Oeffn. Z	Reiz
1.	min.	3,6; Vk = min.	min.	0	min.
2.	3,8	10,8; Vk = 2,1	7,4; Vl = 0,3	0; Vl = 0,8	4,0
3.	3,2	11,3; Vk = 2,7	6,2; Vl = 0,4	0; Vl = 1,1	3,8
4.	4,0	11,5; Vk = 3,4	5,2; Vl = min.	0; Vl = 1,4	4,0
5.	5,7	11,1; Vk = 4,1	4,9; Vl = 0,4	2,3; Vl = 0,5	4,6
6.	5,5	11,3; Vk = 5,3	4,1; Vl = 2,0	2,6; Vl = 0,9	4,3

Es mag bemerkt werden, dass bei Polarisirung mit 5 Daniell die Schliessungszuckung von schwachem Tetanus, welcher bald aufhörte, begleitet war. Mit schwächerem polarisirendem Strome —



von 2, 3, sogar 4 Daniell — zeigte sich also die Erregbarkeitsvermehrung deutlich. Mit stärkerem Strom dagegen, 5—6 Daniell, war der Ausschlag vermindert; da hier jedoch starker Reiz angewendet wurde, kann man nicht genau bestimmen, wodurch diese Verminderung entstand. Wir gehen deswegen zu den Versuchen mit schwächerem Reiz über.

Versuch 10. Ungefähr dieselbe Anordnung wie bei dem vorigen Versuch.

Dan.	Reiz	Schl. Z		Reiz	Oeffn. Z.	Reiz
2.	2,8	0,8; Vk = min.	5,6; Vl = min.	0		3,6
3.	min.	9,0; Vk = 3,6	4,2; Vl = 0,5	0; Vl = 2,0		0,9
4.	min.	10,1; Vk = 4,0	2,8; Vl = min.	0; Vl = 1,5		min.
5.	0,7	9,3; Vk = 3,7	1,2; Vl = 1,0	3,6; Vl = 0,9		min.
6.	min.	8,2; Vk = 3,2	0,8; Vl = 0,4	3,7; Vl = 1,1		min.
7.	min.	7,7; Vk = 3,0	0,4; Vl = 0,5	4,0; Vl = 1,0		min.
8.	0,4	8,1; Vk = 4,0	0,2; Vl = 0,2	3,4; Vl = 1,3		0

Auch hier ist die Erregbarkeit vermehrt; erst mit dem polarisirenden Strom von 8 Daniell's zeigte sich Verminderung der Erregbarkeit.

Versuch 11, angeordnet wie in den beiden letzten Versuchen; die intrapolaren Strecken waren resp. 23 und 6 mm, und die Entfernung zwischen den beiden negativen Polen der Ströme betrug 14 mm.

Dan.	Reiz	Schl. Z	Reiz	Oeffn. Z	Reiz
2.	min.	7,3; Vk = 1,3	1,8; Vl = min.	0; Vl = 0,1	0,4
4.	1,4	8,9; Vk = 2,5	2,8; Vk = min.	0,6; Vl = 1,9	4,3
6.	min.	9,9; Vk = 3,7	2,0; Vl = 0,3	3,1; Vl = 2,0	1,3
8.	min.	9,9; Vk = 3,4	1,2; Vl = 0,7	3,4; Vl = 2,3	1,4

Sogar mit 8 Daniell zeigte sich hier noch vermehrte Erregbarkeit. Hier wie im Allgemeinen war ferner die Reizung des polarisirten Muskels mit Verlängerung verbunden; doch war im Versuche mit dem polarisirenden Strom von 4 Daniell's die Reizung mit einer, auch wenn unbedeutenden Verkürzung verbunden, ein Verhältniss, das auch in einzelnen anderen Fällen hervorgetreten ist.

Versuch 12; hierzu gehört die Fig. 4. Die intrapolaren Strecken waren resp. 21 und 3 mm, und die oben erwähnte Entfernung 12 mm.

Dan.	Reiz	Schl. Z	Reiz	Oeffn. Z	Reiz
1.	2,4	0	4,9; Vl = min.	0	1,9
3.	1,8	9,1; Vk = 2,4	5,6; Vl = min.	0; Vl = 0,8	1,1
5.	1,6	10,6; Vk = 2,9	4,0; Vl = 0,5	min; Vl = 1,4	1,3
7.	1,5	12,2; Vk = 3,5	2,0; Vl = 0,3	3,0; Vl = 1,7	1,5

Hier war also die Erregbarkeit in allen Versuchsserien vermehrt, aber mit dem polarisirenden Strom von 7 Daniell's nicht in demselben Verhältnisse wie mit 5 Daniell.

Versuch 13; hierauf bezieht sich die Fig. 5. Dieselbe Anordnung wie in dem vorigen Versuche; die Lage der Pole nicht gemessen.

Dan.	Reiz	Schl. Z	Reiz	Oeffn. Z	Reiz
1.	min.	0	1,1	0	min.
2.	1,2	0,8; Vk = min.	2,5	0	1,1
7.	1,0	10,9; Vk = 3,3	0; Vl = min.	2,6; Vl = 1,4	0,8
5.	0,8	7,8; Vk = 2,2	0,7; Vl = min.	1,5; Vl = 0,8	0,8
3.	1,0	2,8; Vk = 0,4	1,0; Vl = min.	0	1,0

In diesem Falle zeigte wieder ein schwächerer polarisirender Strom von 1 und 2 Daniell Vermehrung der Erregbarkeit; aber mit 3 und 5 Daniell war die Erregbarkeit nicht oder kaum verändert, mit 7 Daniell dagegen wurde sie vermindert.

Endlich haben Versuche derselben Art wie Nr. 7 gezeigt, dass die erste Veränderung, welche die Erregbarkeit in der Mitte der intrapolaren Strecke erleidet, wenn der polarisirende Strom allmählich vergrössert wird, darin besteht, dass sie vergrössert ist; die eine Hälfte oder der grössere Theil der intrapolaren Strecke an der Kathode wird also bei schwächerem polarisirendem Strom in den Zustand des Katelektrotonus versetzt.

Die Resultate der Versuche können auf folgende Art zusammengefasst werden: elektrotonische Erregbarkeitsveränderungen in den intrapolaren Strecken treten ein, bevor der polarisirende Strom Schliessungszuckung hervorbringt; in derselben Weise, wie in motorischen und sensiblen Nerven, bestehen diese Veränderungen in Vermehrung der Erregbarkeit am negativen Pol und in Verminderung am positiven Pol; diese Veränderungen vergrössern sich bis zu einer gewissen Grenze mit der Stärke des polarisirenden Stromes, aber der

Indifferenzpunkt verschiebt sich hierbei gegen den negativen Pol hin. (Die Lage des Indifferenzpunktes zu den Polen näher zu untersuchen, als es die vorigen Versuche andeuten, erschien uns ohne Bedeutung für einen so unregelmässig geformten Muskel, wie der, auf welchen sich unsere Versuche beziehen; in dieser Hinsicht scheinen übrigens nicht geringe individuelle Verschiedenheiten sich geltend zu machen.)

Die Versuche lassen ferner ersehen, dass die dauernde Verkürzung, wie sie sich in den ersten Augenblicken nach der Schliessungszuckung zeigt, mit der Stromstärke wächst, bis sie einen maximalen Werth erreicht hat, wenn auch in einzelnen Fällen sich Ausnahmen von dieser Regel geltend machen (z. B. in den Versuchen 6, 10 und 11). Die dauernde Verkürzung wird ferner plötzlich jedesmal verändert und zwar vermindert, wenn der Muskel zur Zuckung gereizt wird; dieses trifft oft genug ein, auch wenn der Reiz keine Zuckung hervorruft, vorausgesetzt, dass derselbe einen beinahe minimalen Werth hat.

Zuletzt mag bemerkt werden, dass die Reizung unmittelbar nach dem Oeffnen des polarisirenden Stromes oft genug nicht dieselbe Reaction hervorruft, wie vor der Schliessung des Stromes; einige Zeit darauf, in wenigen Minuten, geschieht dieses jedoch gewöhnlich. Eine bestimmte Regel für diese Nachwirkungen des polarisirenden Stromes haben die angeführten Versuche uns nicht gegeben; zuweilen hat nämlich die Erregbarkeit unmittelbar nach dem Oeffnen des polarisirenden Stromes sich vermehrt, zuweilen aber vermindert gezeigt, wie die letzte Columne in den einzelnen Versuchen es einigermaassen andeutet. Vielleicht hängt dieses von der Zeit ab, während welcher der polarisirende Strom geschlossen gehalten wird, — eine Frage, die jedoch nicht in dem Plane dieser Untersuchungen gelegen hat.

2. Inductionsstrom als Reiz.

Es wurde schon im Anfang dieser Abhandlung gesagt, dass ursprünglich bei unseren Untersuchungen Inductionsströme als Reiz angewendet wurden, und dass die Erscheinungen unter solchen Verhältnissen nicht eben so regelmässig hervortreten, wie wenn die

Reizung mit constantem Strom geschieht. Mit einigen Worten mag jedoch auch hier diese Untersuchungsreihe erwähnt werden.

Bei diesen Untersuchungen wurden die Drähte, womit der polarisirende Strom zum Muskel geleitet wurde, nicht um den Muskel selbst gebunden, sondern der eine um das Os femoris, dicht über den Condylen, und der andere um die Achilles-Sehne; die erregenden Inductionsströme dagegen wirkten auf den obersten und untersten Theil des Muskels, mit kleiner, wenige Millimeter betragender intrapolarer Strecke ein. Die Versuche betrafen also nur die zunächst den Polen für den polarisirenden Strom gelegenen Theile des Muskels. Da das Präparat bei diesen Untersuchungen nur geringe Ausdauer zeigte, geschahen die Reizungen mit dem angewendeten Reiz in jeder Versuchsserie dreimal, mit wenigstens fünf Secunden Zwischenzeit, auf den nicht polarisirten und den polarisirten Muskel; nur die Versuche, welche bei den beiden verschiedenen Zuständen übereinstimmende Resultate gaben, wurden als beweisend angesehen.

Versuch 14. Hier vereinigen wir Versuche mit Verminderung der Erregbarkeit im Anelektrotonus; einige von den Versuchen vereinigen wir in Form einer Tabelle in derselben Art wie in dem vorigen Falle.

In einem solchen Versuche waren die Resultate folgende:

Dan.	Reiz	Schliess. Z	Reiz	Oeffn. Z.
5.	1,0; 0,9; 0,8	3,3	0,3; min.; min.	0
5.	6,4; 6,3; 6,1	3,4	1,6; 1,0 0,8	0
4.	6,3; 6,3; 6,3	1,9	1,3; 0,8; 0,6	0
3.	6,3; 5,7; 5,4	0	1,3; 0,5; min.	0
2.	5,5; 5,3; 5,0	0	1,0; min. min.	0
1.	5,2; 4,8; 4,3	0	3,2; 2,1; 1,8	0
1; Rh = 50	3,8; 3,4; 2,5	0	1,5; 1,2; 1,3	0

In den sechs ersten dieser Versuchsserien war das Rheochord offen, in dem letzten geschlossen bei der Lage 50 cm.

In einem anderen eben solchen Versuche mit Polarisation durch 4 Daniell gab der Reiz bei Einwirkung auf den unpolarisirten Muskel die Ausschläge 1,0; 0,8; 0,8 und später bei der Einwirkung auf den polarisirten die Ausschläge min.; min.; min. Einige Minuten darauf brachte derselbe Reiz in dem unpolarisirten Muskel die Aus-

schläge 0,4; 0,4; 0,4 hervor, und als nachher der Muskel mit 6 Daniell polarisirt wurde, ganz minimale, kaum merkbare Ausschläge.

In einem eben solchen Versuche erhielten wir:

Dan.	Reiz	Schliess Z.	Reiz	Oeffn. Z
1.	0,3; 0,3; 0,3	3,5	min.; min.; min.	0
2.	1,2; 1,2; 1,1	3,7	min.; min.; min.	0
3.	1,4; 1,4; 1,3	3,5	0; 0; 0	0
3.	4,1; 4,3; 4,3	2,3	0,7 min.; min.	0

Endlich mag noch der folgende Versuch, bei welchem der polarisirende Strom von 1 Daniell an allmählich zunahm, hier Platz finden.

Rh.	Reiz	Schliess. Z	Reiz	Oeffn. Z
0	3,6; 3,2; 2,4	0	2,8; 2,8; 2,7	0
10	3,1; 2,8; 3,0	0	2,2; 2,0; 2,0	0
20	2,3; 2,4; 2,3	0	2,1; 1,6; 1,8	0
30	2,6; 2,4; 2,0	0	1,0; 0,9; 1,2	0
40	2,3; 1,9; 1,9	0	0,7; 0,9; 1,0	0
50	2,0; 1,9; 1,5	0	0,9; 0,8; 0,5	0
100	2,0; 1,7; 1,4	0	min.; min.; min.	0

Jede Versuchsreihe in diesen Versuchen zeigt die Erregbarkeits-Verminderung in der in der Nähe der Anode befindlichen Muskelstrecke.

Der Versuch 15 bezieht sich auf die katelektrotonische Erregbarkeitsvermehrung. In einem hierher gehörenden Versuche mit schwachem Reiz machte die Polarisation mit 1 Daniell keine merkbare Wirkung; bei Polarisation mit 2 Daniell nahmen die Zuckungshöhen von 0,3—0,8 zu; mit 3 Daniell von 0,3—1,1; mit 4 Daniell von 0,3—1,1 und mit 5 Daniell von 0,3 bis nur 0,8. Und ungefähr in derselben Art liefen die hierher gehörenden Versuche im Allgemeinen ab; eine mehr in das Auge fallende Erregbarkeitsvermehrung in der Nachbarschaft der Kathode konnten wir kaum auf diesem Wege hervorbringen.

Es war dieses Verhältniss und zugleich die geringe Constanz, welche die Erscheinungen bei Anwendung von Inductionsströmen als Reiz zeigten, welches die Untersuchung betreffs der Ausdauer

des Präparats bei wiederholter Reizung veranlasste, und uns in Folge hiervon nöthigte, wieder die Untersuchungen über die elektrotonischen Erregbarkeitsveränderungen mit constantem Strom als Reiz aufzunehmen.

Erklärung der Figuren 1 bis 5 auf der Tafel II.

Die Figuren 1 und 2 beziehen sich auf die Erregbarkeitsvermehrung in der Nachbarschaft des negativen Pols; die näheren Angaben über diese Figuren sind in den Beschreibungen der Versuche 4 und 5 gegeben.

Die Figur 3 bezieht sich auf den Versuch 8 und zeigt die Erregbarkeitsverminderung in der Nachbarschaft der Anode.

Die Figuren 4 und 5 zeigen die Vermehrung der Erregbarkeit und ihre nachherige Verminderung bei allmählich sich vergrössernder Stromstärke in der Mitte der intrapolaren Strecke; nähere Angaben in Bezug auf diese Figuren sind in den Versuchen 12 und 13 enthalten.

VI. Die Abhängigkeit der Erregung von der intrapolaren Muskelstrecke.

(Mit den Figuren 6 und 7 auf der Tafel II).

Es wurde schon in der vorigen Abhandlung hervorgehoben, dass die Länge der intrapolaren Muskelstrecke einen wesentlichen Einfluss auf den Eintritt der Erregung oder Zuckung ausübt; bei Untersuchung der partiellen Erregbarkeit in der intrapolaren Strecke mit constantem Strom als Reiz zeigte es sich nämlich, dass, um eine Erregung oder Zuckung hervorzubringen, mehr Elemente in der erregenden Strombahn als in der polarisirenden nöthig waren.

Da die intrapolaren Strecken für diese Ströme sehr verschiedene Werthe hatten (z. B. resp. 3 und 22 mm), so muss man annehmen, dass die Erscheinung hiervon abhängt, um so mehr als eine solche Abhängigkeit auch an den motorischen Nerven gefunden worden ist. Eine nähere Analyse der hierher gehörenden Erscheinungen an den motorischen Nerven hat wie bekannt gezeigt, dass zwei verschiedene Factoren, aber in entgegengesetzter Richtung hier zusammenwirken. Wir geben zuerst einen Bericht über die Erscheinungen, so wie wir sie in den quergestreiften Muskeln gefunden haben und kommen nachher auf die theoretische Seite der Sache zurück.

Die zum Zwecke der Prüfung des Einflusses der intrapolaren Strecke auf die Zuckung, oder genauer gesagt, auf deren Grösse an-

gestellten Versuche haben wir so angeordnet, dass in jeder Versuchsserie die Länge der intrapolaren Strecke verändert wurde; jeder Versuch enthält ferner mehrere Versuchsserien, je nachdem die Anzahl der angewendeten Elemente verändert wurde. Um die Länge der intrapolaren Muskelstrecke zu verändern, haben wir die Knoten, womit die Wollenfäden an dem Muskel befestigt waren, vermittelst zweier Pincetten etwas gelöst, so dass die Oehse bis zu der neuen betreffenden Stelle am Muskel verschoben werden konnte.

Die Versuche haben also mit einem Worte den Zweck, ausfindig zu machen, welchen Totaleffect die Veränderung der intrapolaren Muskelstrecke ausübt. Die verschiedenen Reizungen geschahen im Allgemeinen mit einer Minute Zwischenzeit, aber beim Uebergang von einer Anordnung zur anderen auch mit etwas längerer Zwischenzeit, wenn die Verschiebung der Fäden und die Veränderung der Elemente solches erforderten.

Versuch 1. Der Strom war absteigend während des ganzen Versuches mit dem positiven Pol am oberen Ende des Muskels; der negative Pol dagegen bekam seine Lage auf drei verschiedenen Stellen, nämlich am untersten Ende des Muskels, oder an seiner Mitte oder endlich in nur 2 mm Entfernung von dem positiven Pole; die intrapolaren Strecken bei diesen drei Anordnungen waren 20,9 und 2 mm. Die Reizungsversuche wurden in der Ordnung ausgeführt, wie die horizontalen Linien bei den verschiedenen Anordnungen 1. bis 10. es angeben. Die Wiederholungen geschahen um zu sehen, ob sich hier wesentliche Veränderungen zeigen. Alle Längenmaasse sind wieder in Millimetern angegeben. Die Lage des negativen Pols zum Muskel war:

1. Am unteren Ende		2. an der Mitte
Dan.	Schliess. Z	Schliess. Z
1	4,2	1,0
1	4,8	1,2
1	5,2	1,4
2	7,2	4,2
2	7,2	4,2
3	7,2	5,0
3	7,2	5,0

Dan.	3. am untern Ende Schliess. Z	4. an der Mitte Schliess. Z
1	6,2	2,9
1	6,3	2,7
1	5,9	2,6
2	7,2	5,0
2	7,1	5,0
3	—	6,2
3	—	6,2

Dan.	5. 2 mm vom positiv. Pol Schliess. Z	6. am unteren Ende Schliess. Z
1	min	6,2
1	0,6	5,5
1	0,6	—
2	3,1	6,4
2	3,3	7,1

Dan.	7. 2 mm vom positiv. Pol Schliess. Z	8. an der Mitte Schliess. Z
1	1,1	3,2
1	1,1	3,3
1	1,1	—
2	4,8	6,3
2	4,8	6,3

Dan.	9. Am unteren Ende Schliess. Z	10. 2 mm vom positiv. Pol Schliess. Z
1	6,4	1,0
1	6,2	1,0
2	7,0	3,9
2	6,8	3,5

Während des ganzen Versuches hatte, wie schon gesagt, der positive Pol dieselbe Lage am oberen Ende des Muskels; der negative Pol wurde dagegen verschoben, so dass er bei den Anordnungen 1, 3, 6, und 9 an das untere Ende des Muskels gesetzt war, bei den Anordnungen 2, 4 und 8 an die Mitte und endlich bei 5, 7 und 10 an das obere Ende des Muskels in 2 mm Entfernung von dem positiven Pol. Der ganze Versuch dauerte ungefähr eine Stunde.

Werden die Ausschläge bei den drei verschiedenen Anordnungen mit einander verglichen, so zeigen sie, dass das Präparat sich freilich während des Versuches verändert hat; aber ohne Ausnahme zeigen sie zugleich, dass die Ausschläge mit der intrapolaren Strecke abnehmen.

Versuch 2. Ganz dieselbe Anordnung wie bei dem vorigen Versuche. Der negative Pol war

	1. am unteren Ende	2. an der Mitte
Dan.	Schliess. Z	Schliess. Z
1	2,9	1,1
1	3,0	0,8
2	4,3	3,6
2	4,3	3,6

	3. 2 mm vom positiv. Pol	4. am unteren Ende
Dan.	Schliess. Z	Schliess. Z
1	0	2,6
1	0	2,3
2	0,3	4,5
2	0,3	4,5

Auch hier finden wir dasselbe Verhältniss wie im vorhergehenden Versuche.

Versuch 3. Der Strom aufsteigend, mit dem positiven Pole am unteren Ende des Muskels. Der obere negative Pol hatte folgende Lagen:

	1. am oberen Ende	2. an der Mitte	3. 2 mm v. positiv. Pol
Dan.	Schliess. Z	Schliess. Z	Schliess. Z
1	1,8	1,0	0
1	1,6	0,9	0
2	3,6	2,2	min.
2	3,4	2,1	min.

Versuch 4. Der Strom war aufsteigend in den Versuchsreihen 1.—5. und 9.—11.; in den übrigen 6.—8. absteigend. Anfangs als der Strom aufsteigend war mit dem positiven Pol am unteren Ende des Muskels, wirkte der negative Pol

Dan.	1. am oberen Ende Schliess. Z	2. an der Mitte Schliess. Z	3. 2 mm vom positiv. Pol Schliess. Z
1	6,6	6,4	1,8
1	6,4	6,4	1,6
2	9,3	9,3	3,8
2	9,3	9,3	3,8

Dan.	4. am oberen Ende Schliess. Z	5. 2mm vom positiv. Pol Schliess. Z
1	6,2	1,2
1	6,1	1,2
2	9,4	7,4
2	9,4	7,4

Bei den Anordnungen 1. und 2 bewährte sich die genannte Regel nicht, jedoch bei allen übrigen Anordnungen.

In den folgenden Versuchsreihen 6., 7. und 8. war der Strom absteigend; der negative (untere) Pol behielt seine Lage am unteren Ende des Muskels; der positive hatte seine Lage

Dan.	6. 2 mm vom negativ. Pol Schliess. Z	7. an der Mitte Schliess. Z	8. am oberen Ende Schliess. Z
1	4,2	4,8	7,0
1	4,1	5,0	7,0
2	6,6	6,9	7,1
2	6,4	6,9	7,1

In den Reizungsversuchen mit 1 Daniell zeigt sich hier wieder das obengenannte Verhältniss, mit 2 Daniell dagegen nicht oder wenigstens nicht deutlich, wahrscheinlich weil die Zuckungen in diesen Fällen beinahe maximale waren.

Endlich bekam der Strom wieder seine ursprüngliche, d. h. aufsteigende Richtung und der negative Pol wirkte an folgenden Stellen ein:

Dan.	9. am oberen Ende Schliess. Z	10. an der Mitte Schliess. Z	11. 2 mm vom posit. Pole Schliess. Z
1	6,1	4,9	1,4
1	5,4	5,0	1,4
2	8,6	7,9	4,8
2	8,5	8,9	4,8

Besonders die letzte Versuchsreihe lässt wieder im Vergleich mit den beiden vorigen den Einfluss der intrapolaren Strecke hervortreten.

Versuch 5. Um dieses Verhältniss dem Auge anschaulich zu machen, mag hier noch ein Versuch, bei welchem die Muskelcurven auf einem rotirenden Cylinder aufgenommen wurden, Platz finden. Die Fig. 6 und 7, die erste mit absteigendem, die zweite mit aufsteigendem Strom, beleuchten näher die Verhältnisse; die Fig. 6a und 7a beziehen sich auf den Fall, in welchem die Pole sich in der weitesten Entfernung von einander befinden, d. h. an den Enden des Muskels; die Figuren 6b und 7b wieder auf den Fall, wo der eine Pol am oberen Ende, der andere an der Mitte war; die Fig. 6c und 7c wurden erhalten, als die Pole am oberen Ende des Muskels in 2 mm Entfernung von einander waren; die Fig. 6d und 7d endlich erhielten wir bei der letztgenannten Anordnung, als die Pole in einer Entfernung von 5 mm von einander waren. Der Versuch selbst wurde folgendermaassen ausgeführt; die Reizungen geschahen mit 1 Daniell; in die Strombahn war ein Stromwender eingesetzt, so dass bei jeder Anordnung der Pole am Muskel die Reizungen nach beiden Richtungen ausgeführt werden konnten. Zum Anfang waren die Pole an die Enden der Muskeln gesetzt; dann wurde der untere Pol zur Mitte gerückt und dann in 2 mm Entfernung von dem oberen Ende des Muskels, und endlich in 5 mm Entfernung von dem eben genannten Pol. Bei jeder dieser Anordnungen für die Pole und bei jeder Stromrichtung wurden zwei Curven aufgenommen, welche in allen Fällen genaue Uebereinstimmung zeigten. Die Fig. 6 und 7, welche sich also auf die beiden Stromrichtungen beziehen, die erste zu der absteigenden, die letzte zu der aufsteigenden, zeigen unmittelbar, dass der Ausschlag abnimmt mit der intrapolaren Entfernung.

Diese Versuche überhaupt scheinen auf die Regel hinzuweisen, von welcher oben an verschiedenen Stellen die Rede gewesen ist, dass nämlich die Ausschläge oder Zuckungen mit der intrapolaren Strecke zu- und abnehmen; dieses Verhältniss tritt am deutlichsten bei minimaler oder untermaximaler Reizung hervor. Was die

Ursache hiervon betrifft, so wurde schon im Anfang dieser Abhandlung gesagt, dass verschiedene Umstände hier zusammenwirken; der Analyse gemäss, die ursprünglich Dubois-Reymond bei der Untersuchung des Einflusses der intrapolaren Strecke auf die elektrotonischen Phasen in motorischen Nerven [1]) ausführte, sind nämlich hier zwei Umstände, die einander entgegenwirken, zu beachten; wenn die intrapolare Strecke verlängert wird, so wirkt der Strom auf mehr Theile des Muskels, aber zugleich nimmt die Stärke resp. Dichtigkeit des Stromes in Folge des vermehrten Widerstandes ab; der erste Umstand befördert den Eintritt der Erregung, der letzte dagegen vermindert denselben. Selbstverständlich ist der Totaleffect die Summe dieser beiden partiellen Wirkungen; er zeigt sich deshalb in einer mit der intrapolaren Strecke vermehrten oder verminderten Wirkung, je nach dem die erste oder die letzte Wirkung überwiegt.

In der Erscheinungsgruppe, von welcher hier die Rede ist, ist also die erste Wirkung überwiegend; aus diesem Grunde waren bei den vorhergehenden Untersuchungen nicht besondere Maassregeln nöthig, um den Einfluss in Folge der Veränderungen der Dichtigkeit des Stromes zu eliminiren.

Die Erklärung der Fig. 6 und 7 auf der Tafel II ist im Versuche 5 gegeben.

VII. Der Einfluss der Belastung auf die Grösse der Zuckung bei minimaler Reizung.

Im Jahre 1861 fand L. Hermann, dass der minimale Reiz des quergestreiften Muskels bei indirecter Reizung (oder bei Reizung des motorischen Stammes), unabhängig von der Belastung ist. „Dieser Satz — hebt Kries hervor — findet sich wiederholt in der missverständlichen und nicht correcten Form ausgesprochen, dass bei minimalen Reizen die Hubhöhen für grosse und kleine Lasten

1) Dubois-Reymond, Untersuch. über thierische Elektr. Berlin 1849. Bd. 2 Abth. 1 S. 337 u. f.

gleich . . . würden [1])". Ohne weiter hier den betreffenden Untersuchungen von Kries zu folgen, mag angeführt werden, dass ich bei einer früheren Untersuchung über die minimale Reizung des motorischen Nervenstammes vermittelst mechanischer Reize dasselbe hervorgehoben habe; das Resultat der Versuche ist von mir in folgenden Worten zusammengefasst worden: „Diese Versuche zeigen, dass auch bei mechanischer Reizung ein Reiz, der sich der Schwelle nahe befindet, innerhalb sehr weiter Grenzen der Belastung Muskelzuckung hervorbringen kann; hieraus geht weiter hervor, dass die minimalen Muskelzuckungen, die so erzeugt werden, mit der Belastung abnehmen [2])". Vor nicht langer Zeit ist das letztgenannte Resultat von Zuccaro, welcher auch mechanische Reizung mittels eines von ihm für diesen Zweck construirten Apparates angewendet hat, bezweifelt worden. Im Gegensatz hierzu hebt nämlich Zuccaro als Resultat seiner Untersuchungen hervor, dass „die Vermehrung der Belastung des Muskels keine Verminderung der Contraction mit sich bringt" [3]).

Vorzüglich desshalb habe ich die Frage über minimale Reizung bei verschiedener Belastung wieder aufgenommen; die folgenden Versuche in dieser Richtung beziehen sich auf directe Reizung des curarisirten muscul. gastroc. durch den constanten Strom. Die Methode für die Ausführung der Untersuchung ist in dem Vorhergehenden angedeutet, besonders in der Abhandlung 4 (die Ausdauer bei wiederholter Reizung); in Uebereinstimmung hiermit geschahen die verschiedenen Reizungen nach einer Zwischenzeit von wenigstens einer Minute, was bei diesen Versuchen auch deshalb nothwendig war, weil im Allgemeinen wenigstens die Gewichte auf der Wagschale zwischen den Reizungsversuchen vermehrt oder vermindert werden müssen. Ferner wurden bei möglichst minimaler

---

1) J. v. Kries, Untersuch z. Mechanik des quergestreiften Muskels. Arch. f. Physiolog. Jahrg. 1885 S. 68.

2) K. Hällstén, Zur Kenntniss der mechanischen Reizung der Nerven. Arch. f. Physiolog. Jahrg. 1880 S. 104.

3) G. Zuccaro, Nuovi studi sulla stimulazione meccanica dei nervi e dei muscoli. Bologna (Augusto) 1885 Fascicolo 1 S. 70.

Reizung die Ausschläge auf einer berussten Glasplatte aufgenommen, damit die Untersuchung der Ausschläge mit einem Mikroskop geschehen konnte. Ist nämlich bei geringer Belastung des Muskels der Reiz möglichst minimal, so nimmt die Grösse des Ausschlages bei grösserer Belastung in dem Maasse ab, dass man oft mit dem blossen Auge nicht beurtheilen kann, ob der Reiz überhaupt eine Zuckung hervorgebracht hat; die Versuche scheinen dessbalb im Widersprnch zu dem Hermann'schen Satze zu stehen, dass der minimale Reiz von der Belastung unabhängig ist. Eine mikroskopische Untersuchung der Spur, welche die Nadelspitze auf dem Glase hinterlässt, zeigt jedoch, dass eine Zuckung vor sich gegangen ist; hierbei sieht man nämlich zuerst, dass der Strich auf der Glasplatte sehr unebene Kanten hat, aber dass in seiner Mitte, den Stellen entsprechend, welche die Nadelspitze wirklich berührt hat, eine ununterbrochene scharf begrenzte Linie hervortritt, welche frei von Russ ist und ganz ebene Ränder besitzt; auf dieser Linie sieht man ferner die kleinen Ausschläge ebenso scharf begrenzt. Selbstverständlich entstehen die unregelmässigen Kanten, welche diese ebene Linie umgeben, dadurch, dass der Russ bei der Verschiebung der Platte sich loslöst nicht nur an den Stellen, welche wirklich von der Nadelspitze berührt werden, sondern auch von deren Umgebung.

Versuch 1. Die Elektroden waren auf jedem Drittel des Muskels befestigt; der Strom von 4 Daniell war durch einen Stromwender geleitet und konnte, was seine Stärke betrifft, durch ein Rheochord modificirt werden. Die Grösse der Belastung in Folge des Hebels und der daran befestigten Theile wurde durch die Verlängerung einer Spiralfeder, welche die Stelle des Muskels einnahm, gemessen, und war ungefähr 18 g. Bei dieser Belastung des Muskels, die kleinste die angewendet worden, wurde der minimale Reiz gesucht; bei der Rheochordlage 20 und 23 wurde keine Zuckung, aber bei der Lage 25 ein merkbarer, wenn auch nicht messbarer Ausschlag erhalten; dieser Ausschlag war geringer als $^1/_{10}$ mm. Bei Wiederholung des Reizungsversuchs wurde dasselbe Resultat erhalten; nachher bei Zulage von 50 g auf die Waagschale wurde ein ebenso merkbarer Ausschlag und bei Wiederholung dasselbe Resultat erhalten; ebenso

bei Belastung der Waagschale bis 80 und nachher bis 100 g; als aber die Belastung bis 200 und 250 g vermehrt wurde, konnte mit blossem Auge kein Ausschlag in Folge des Reizes auf der Glasplatte bemerkt werden; die mikroskopische Untersuchung der Glasplatte zeigte jedoch, dass auch jetzt die Reizung von einem geringen Ausschlag begleitet war. Nachdem die Belastung von der Waagschale fortgenommen war, gab derselbe Reiz einen Ausschlag von 0,8 mm; der Rheochordbügel wurde deshalb zu der Lage 20 verschoben, um wieder einen minimalen Ausschlag zu bekommen; nach darauf geschehener Belastung mit 200 und mit 300 g konnten die Ausschläge in Folge des Reizes noch bemerkt werden, aber bei Belastung von 400 g konnte der Aussschlag nur bei mikroskopischer Untersuchung gesehen werden.

Versuch 2 ganz ähnlich wie der vorige; das Präparat war verfertigt von der anderen Extremität desselben Thieres, welches bei dem vorigen Versuch angewendet wurde. Ohne besondere Belastung wurde der minimale Reiz bei der Rheochordlage 40 gefunden; bei fernerer Vermehrung der Belastung mit 300 g wurde noch ein dem blossen Auge bemerkbarer Ausschlag erhalten. Bei nochmaliger Vermehrung der Belastung bis 400 g erschien auch ein Ausschlag, aber ein verminderter, bei der Wiederholung zeigte sich dasselbe Resultat. Endlich als die Belastung von der Waagschale fortgenommen wurde, gab der angewendete Reiz einen Ausschlag von ungefähr derselben Grösse wie bei dem ersten Reizungsversuch.

Diese beiden Versuche wurden in der Herbstzeit ausgeführt; einen Versuch im März (an einem Winterfrosch) ausgeführt, fügen wir hier noch hinzu.

Versuch 3. Die Stromrichtung (in den vorigen Versuchen nicht aufgezeichnet) war absteigend; bei der Rheochordlage 33 gab der Reiz eine minimale Zuckung; nacher wurde mit demselben Reiz nach Belastung von resp. 100 und 200 g in jedem Falle dreimal gereizt; die Ausschläge hiervon konnten nicht mit dem blossen Auge gesehen werden, aber bei mikroskopischer Untersuchung der berussten Glasplatte sah man im ersteren Falle bei Belastung mit 100 g wenigstens einen Ausschlag deutlich, im letzteren Falle bei Belastung

mit 200 g sah man, dass alle drei Reizungen von Ausschlägen begleitet waren.

Wir sehen es hiermit für hinreichend bewiesen an, dass die Ausschläge in Folge von minimalem Reiz bei der Belastung abnehmen.

VIII. Die Längenveränderungen der Muskeln.

Die vorhergehenden Untersuchungen haben gezeigt, dass die Länge der Muskeln aus verschiedenen Ursachen sich verändert. Erstens bringt der constante Strom beim Schliessen die Längenveränderung hervor, welche die Benennung „dauernde Verkürzung" bekommen hat, und welche wir oben in der Abhandlung 2 uns berechtigt glaubten, als eine von den Reaktionen zu betrachten, welche die contractilen Theile der Muskelfasern bei directer Einwirkung des constanten Stromes zeigen.

Diese dauernde Verkürzung nimmt fortwährend ab, wenn der Strom geschlossen gehalten wird; sie verändert sich wieder plötzlich, sobald der Muskel gereizt wird, und diese Veränderung besteht in einer Verlängerung, wie zahlreiche Versuche in der Abhandlung 5 es gezeigt haben; manchmal kann jedoch diese Verlängerung bei der Reizung ausbleiben, und in einigen ganz vereinzelten Fällen hat diese Längenveränderung sich in einer geringen Verkürzung gezeigt. Ferner kann diese plötzliche Längenveränderung in der dauernden Verkürzung, auch ohne dass die Reizung eine Zuckung veranlasst, hervorgerufen werden, besonders wenn der Reiz beinahe minimal ist. In diesem Falle ist die Längenveränderung, oder genauer gesagt die Verlängerung, die einzige merkbare Reaction, welche der Muskel bei der unterminimalen Reizung zeigt.

Zu diesen Längenveränderungen im Muskel, welche sich auf die dauernde Verkürzung beziehen, sind endlich die Längenveränderungen hinzuzufügen, welche unabhängig von der dauernden Verkürzung sind und durch Reizung hervorgerufen werden. Diese Längenveränderungen zeigen sich darin, dass der Muskel nach der Reizung und der dadurch hervorgerufenen Zuckung nicht unmittelbar seine frühere Länge wieder annimmt. Im Allgemeinen mag diese Längenveränderung sich als eine Verkürzung zeigen; aber nicht selten

zeigt sie sich auch als eine Verlängerung; die Fig. 6 und 7 auf der Tafel II zeigen den letzteren Fall; dabei treten nur Verlängerungen hervor, nämlich in den Fig. 6a und 6b und in 7a und 7b. Zu der Frage von der Längenveränderung des Muskels bei Reizung, welche — wie früher gesagt wurde — den Anlass zu dieser Untersuchung über directe Reizung der Muskeln mittels constanter Ströme gegeben hat, ist es übrigens meine Absicht, an einer anderen Stelle und in anderem Zusammenhang noch zurückzukommen.

Fig. 1.

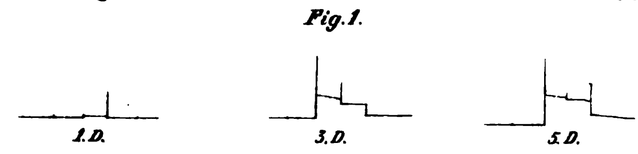


Fig. 2.

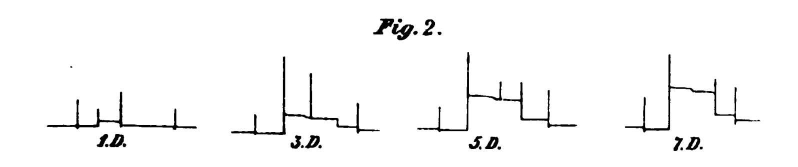


Fig. 3.

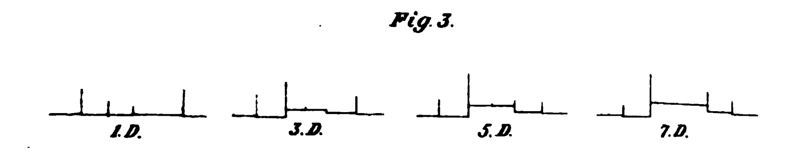


Fig. 4.

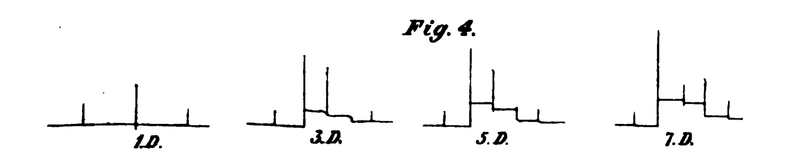


Fig. 5.

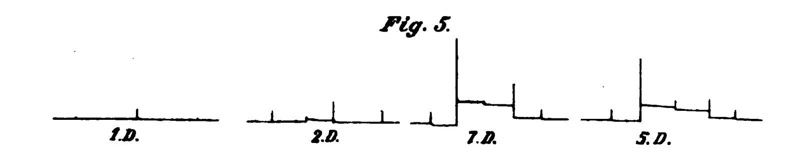


Fig. 6.

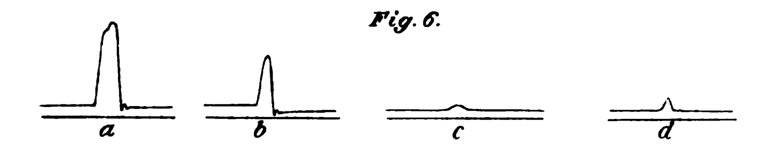
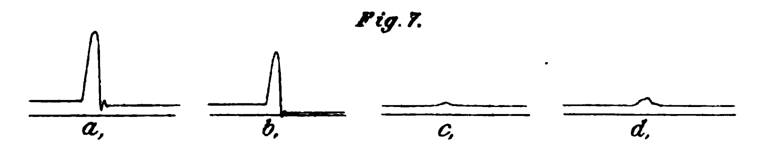


Fig. 7.



F. Liewendals tryckeri, Helsingfors.

Zur Frage über die Faserstoffgerinnung im Allgemeinen und die intravasculäre Gerinnung im Speciellen.

Dorpat, Physiologisches Institut, den 10./22. Juni 1887.

Von

Dr. med. Friedrich Krüger,

Assistent am physiologischen Institut der Universität zu Dorpat.

Im vorigen Jahre hat Wooldridge unter dem Titel „Ueber intravasculäre Gerinnung“ [1]) eine vorläufige Mittheilung veröffentlicht, in der er eine kurze Beschreibung eines Stoffes gibt, der „ein Gemisch oder vielleicht eine Verbindung von Eiweiss und Lecithin“ sein und die Eigenschaft, das Blut momentan zur Gerinnung zu bringen, besitzen soll.

Einem Thiere in die Ven. jugularis eingespritzt, soll er sofortigen Tod desselben durch Thrombosirung des ganzen Gefässsystems bewirken, wofern eine genügende Menge in Anwendung gebracht worden war. Im entgegengesetzten Falle ist die Thrombosirung eine nur theilweise und das übrige Blut hat seine Fähigkeit spontan zu gerinnen, verloren.

In der nunmehr vorliegenden Arbeit Wooldridge's, „Uebersicht einer Theorie der Blutgerinnung“ [2]), sind die Mittheilungen über diesen Stoff des Weiteren ausgeführt worden und spricht Wooldridge den Formbestandtheilen des Bluts die Betheiligung bei der Faserstoffgerinnung vollständig ab, indem er als Gerinnungsfactoren ausschliesslich zwei Körper, die er als A- und B-Fibrinogen“ bezeichnet, aufstellt, welche ein Gemisch oder eine Verbindung von Eiweiss und Lecithin darstellend, in gelöstem Zustande im Plasma vorhanden sein sollen.

---

1) Du Bois-Reymond's Arch. 1886 S. 397.

2) Beiträge zur Physiologie. Festschr. für Carl Ludwig 1887 S. 221.

Diese Stoffe stellt er aus dem Peptonplasma durch Einwirkung von Kälte, durch Zusatz von schwefelsaurer Magnesia, Kochsalz u. s. w. dar.

Ausser aus dem Plasma des Bluts lässt sich, nach Wooldridge, ein ähnlicher Stoff auch aus den Lymphdrüsen, der Thymusdrüse junger Thiere, den Stromata der rothen Blutkörperchen etc. darstellen, der ganz ebenso, wie das A- und B-Fibrinogen, wirkt und auch ein Gemisch oder eine Verbindung von Eiweiss und Lecithin sein soll.

Fasst man nun Wooldridge's Gerinnungstheorie in Kürze zusammen, so würde dieselbe lauten:

„Nicht die Formbestandtheile des Bluts, speciell die Leucocyten, sondern zwei im Plasma gelöste Körper sind die Gerinnungsfactoren." Dabei soll eine gelöst praeexistirende Verbindung von Lecithin mit einem Eiweisskörper die Hauptrolle spielen, und zwar, wie es scheint, speciell das Lecithin diejenige des Fibrinferments, dessen Bedeutung für die Gerinnung des normalen Plasma Wooldridge vollständig negirt.

Neben diese ‚neue' Gerinnungstheorie will ich auch mit wenigen Worten die von Al. Schmidt aufgestellte setzen, welche folgendermaassen lauten würde:

„Die Hauptfactoren bei der Faserstoffgerinnung bilden das Blutplasma und die weissen Blutkörperchen, indem durch das Zusammenwirken beider das Fibrinferment freigemacht wird d. h. durch die spaltende Kraft des Plasma wird das Fibrinferment von den weissen Blutkörperchen resp. von gewissen Bestandtheilen derselben abgespalten und durch dasselbe unter Mitwirkung der Blutsalze das Fibrin aus dem Para- und Metaglobulin gebildet."

Wie die weissen Blutkörperchen verhalten sich auch die anderen Leucocytenformen, überhaupt jedes Protoplasma, thierisches und pflanzliches, ebenso auch, aus den Erfahrungen mit Muskelsaft zu schliessen [1]), jedes modificirte Protoplasma.

1) E. Grubert, Ein Beitrag zur Physiologie des Muskels. Inaug.-Dissert. Dorpat 1883.

Es ist nun klar, dass die Theorie von Wooldridge der von Al. Schmidt diamentral entgegengesetzt ist, da Wooldridge sowohl die Betheiligung der Leucocyten, als auch die des Fibrinferments leugnet und als einzige Factoren bei der Gerinnung die im Plasma gelösten, von ihm als A- und B-Fibrinogen benannten Körper, die er jedenfalls nicht für Derivate der Leucocyten hält, ansieht.

Wooldridge erhält, wie gesagt, einen Eiweisskörper mit Lecithin durch Einwirkung von Kälte auf Peptonplasma als Niederschlag; beim Abkühlen des normalen Pferdeblutplasma entsteht nun auch ein Bodensatz, der zumeist aus gesenkten farblosen Blutkörperchen besteht, neben diesen tritt aber auch eine Menge von Körnern im Bodensatz auf, die Al. Schmidt für Trümmer zerfallener weisser Blutkörperchen ansieht. Wooldridge hingegen hält diese Körnerhaufen ohne weiteres für identisch mit dem Niederschlage, der im Peptonplasma durch Kälte erzeugt werden soll und macht Al. Schmidt den Vorwurf, dass er für seine Annahme keine besonderen Beweise erbracht habe — ich will das zugeben, aber gleichzeitig die Frage anknüpfen, wo und wie beweist Wooldridge das Gegentheil?!

Angenommen Wooldridge hätte Recht, das Blut geränne durch sein im Plasma gelöstes A- und B-Fibrinogen, so ist mir doch nicht klar geworden, wie diese beiden Körper sich zu einander verhalten sollen und welchem Umstande, welchem ursächlichen Moment sie es verdanken, dass sie, plötzlich zusammentretend, sich in Fibrin verwandeln. Auch die Rolle, die das Lecithin dabei nach Wooldridge's Theorie spielt, ist mir nicht verständlich.

Gewiss hat Wooldridge nicht fehlgegriffen, wenn er eine Einwirkung des Lecithin auf die Gerinnung statuirt, denn es ist eine Thatsache, die schon von J. v. Samson-Himmelstjerna[1]) und A. Nauck[2]) festgestellt worden ist, dass nicht nur das Lecithin, sondern eine ganze Reihe von Producten der regressiven Metamor-

1) J. v. Samson-Himmelstjerna, Ueber leukäm. Blut nebst Beobachtungen, betr. die Entstehung d. Fibrinferments. Inaug.-Diss. Dorpat 1885.

2) A. Nauck, Ueber eine neue Eigenschaft der Producte der regressiven Metamorphose d. Eiweisskörper. Inaug.-Diss. Dorpat 1886.

phose der Eiweisskörper vielleicht alle, eine Beziehung zur Fibringerinnung zeigen, aber eben nur als Fermentquellen, d. h. als Substanzen, von welchen sich das Fibrinferment unter geeigneten Umständen leicht abspaltet, worüber das Genauere in den citirten beiden Arbeiten nachzusehen ist.

Diese beiden Arbeiten berücksichtigt Wooldridge consequent gar nicht.

Dass sich nun im Blute, speciell im Plasma, die verschiedensten Umsetzungs- resp. Zerfallsproducte des Protoplasma, und unter ihnen natürlich auch das Lecithin, finden, ist wohl nicht nur eine Annahme, sondern ein Factum, ebenso auch, dass ihnen eine gewisse Rolle bei den Gerinnungsvorgängen zugeschrieben werden muss — ebensowenig wird es sich leugnen lassen, dass sie, wenigstens zum Theil, sich auch in gelöstem Zustande im Plasma finden werden — dieses Alles hat ja auch Al. Schmidt niemals bestritten, sondern schon lange vor Wooldridge, selbst behauptet und dieser Ueberzeugung wohl zur Genüge Ausdruck verliehen dadurch, dass er selbst nach den Stoffen fahndete, die im filtrirten, zellenfreien Plasma das langsame Auftreten von Fibrinferment und damit auch die langsame Gerinnuug bewirken; dieser seiner Ueberzeugung verdanken ja auch die Arbeiten von J. v. Samson und A. Nauck ihren Ursprung.

Dieses Alles aber widerspricht durchaus nicht der Al. Schmidt'schen Annahme, dass die Leucocyten das ursächliche Moment für den Gerinnungsvorgang sind, sondern ist im Gegentheil als Stütze und Erweiterung seiner Theorie aufzufassen, welche des weiteren besagt, dass diese Zerfallsproducte im Plasma das Resultat einer im kreisenden Blute beständig stattfindenden Umsetzung weisser Blutkörperchen sind.

Wooldridge war auch vor noch gar nicht langer Zeit der Ansicht, dass der Zellenzerfall die Grundursache der Gerinnung sei — sagt er doch ganz kategorisch „denn ohne Zellenzerfall keine Gerinnung“ [1]). In seiner vorliegenden Arbeit finde ich keine Gründe, welche mir seinen Abfall von dieser Wahrheit erklärlich machen.

1) Du Bois-Reymonds Arch. 1883. S. 393.

Wooldridge gibt an:

1. dass er durch Abkühlung, durch Zusatz von schwefelsaurer Magnesia etc. einen Niederschlag in Peptonplasma erzeugt, dessen Lösung gerinnungsfähig ist und gerinnungsbegünstigend wirkt. Den im normalen, gekühlten Pferdeblutplasma durch Senkung entstehenden Boden hält er abgesehen von den Leucocyten ohne weiteres für diesem identisch;

2. dass er die Erfahrung gemacht habe, dass die Injection von Lymphzellenbrei ins Blut ohne Wirkung auf den thierischen Organismus sei, höchstens eine Verzögerung der Gerinnung des nach der Injection entnommenen Blutes herbeiführen könne.

Den ersten Punkt will ich in dieser Arbeit unberührt lassen, da mir genügende eigene Erfahrungen über das Peptonplasma fehlen. Gegen die Richtigkeit des zweiten aufzutreten ist aber die Aufgabe, die ich mir für dieses Mal gestellt habe.

Injectionen von Leucocyten direct ins Blut, die Ven. jugular. als Eingangspforte benutzend, hat O. Groth [1]) ausgeführt und kam zu dem Resultat, dass jegliche Art von Leucocyten, in genügender Menge ins Blut injicirt, Tod des Versuchsthieres durch Thrombenbildung i. e. durch intravasculäre Gerinnung bewirkt. Da es aber nicht in Groth's Absicht lag, diesen Effect jedesmal hervorzurufen, sondern von ihm gerade auch die Veränderungen, die die Leucocyten, die injicirten sowohl als die gemeinen im circulirenden Blute erleiden, einem Studium unterworfen werden sollten, so ist es natürlich, dass er die Injection in der Mehrzahl der Fälle derart einrichtete, dass das Versuchsthier nicht gleich oder auch gar nicht getödtet wurde, sondern eben nur erkrankte. Er sagt ja ausdrücklich: „die Gefahr der Thrombenbildung besteht offenbar nur ganz zu Anfange". Wozu denn auch jedesmal die Thiere durch intravasculäre Gerinnungen tödten; ein Paar derartige Fälle genügen doch, um die thrombosirende Wirkung der Leucocyten zu constatiren.

1) O. Groth, Ueber d. Schicksale der farblosen Elemente im kreisenden Blute. Inaug.-Diss. Dorpat 1884.



In Anwendung kamen bei **Groth** ausgepresster Lymphdrüsensaft, Leucocyten aus den Höhlenflüssigkeiten des Pferdes, (durch Centrifugiren abgeschieden) und Eiterzellen.

Die Lymphdrüsenzellen kamen derart zur Anwendung; dass ein Theil des ausgepressten Zellenbreies mit einem gleichen Theile einer ½ proc. Kochsalzlösung gemischt wurde — es gelangten somit zur Injection nicht etwa die Zellen allein, sondern auch die Zwischenflüssigkeit des Lymphdrüsenbreies.

Wooldridge nun, seinen Eiweisskörper plus Lecithin beschreibend und über die Verbreitung desselben redend, sagt unter anderem: „Im Safte der Lymphdrüsen ist er (der Eiweisskörper + Lecithin) fertig vorhanden. Wenn man dieselben zerkleinert, mit 0,6% Kochsalz auspresst und dann centrifugirt, so fallen die Leucocyten zu Boden; die überstehende, völlig zellenfreie Flüssigkeit bewirkt bei Einspritzung ausgedehnte intravasculäre Gerinnung, und mittels Essigsäure kann man den oben beschriebenen Stoff ausfällen. Die Einspritzung der gewaschenen Leucocyten ist erfolglos, eine Beobachtung, die ich schon früher gemacht und jetzt in Anbetracht der Angaben von **Groth** wiederholt habe [1]).

Aus diesem Satz ist nur der eine Schluss möglich: **nicht die Lymphdrüsenzellen, sondern die zwischen denselben befindliche Flüssigkeit enthält das bei der Gerinnung wirksame Agens.**

Hätte **Wooldridge** **Groth's** Arbeit mit einiger Aufmerksamkeit gelesen, so hätte er gefunden, dass **Groth** nicht nur mit ausgepresstem Lymphdrüsensaft experimentirt hat, sondern dass von ihm auch Versuche mit den aus den Höhlenflüssigkeiten eines Pferdes mittels der Centrifuge abgeschiedenen Leucocyten vorgenommen worden sind und dass gerade diese die eminenteste thrombosirende Wirkung entfalteten — diese Versuche führen schlagende Beweise und widerlegen entschieden die Annahme **Wooldridge's**, „nicht die Zellen, sondern die Zwischenflüssigkeit sei der wirksame Factor", denn die über den abcentrifugirten Zellen stehende Flüssigkeit erwies sich als durchaus harmlos, trotzdem sie in viel grösseren Quantitäten angewandt wurde, als der tödtlich wirkende Zellenniederschlag.

---

1) **Du Bois-Reymond's** Archiv 1886 S. 398.

Dass Wooldridge keine Thrombenbildung durch Injection ausgewaschener Leucocyten hervorgerufen hat, kann verschiedene Ursachen gehabt haben.

1. Kann die injicirte Menge eine zu geringe gewesen sein, worüber sich aus seinen Angaben freilich nichts erschliessen lässt, denn dieselben zeichnen sich durch möglichste Ungenauigkeit aus. So gibt er z. B. an: „Obwohl dem Thiere (Hund), welches kein Pepton erhalten, 25 ccm und den beiden anderen je 30 ccm steifen Zellenbreies von der Halsvene aus ins Herz geschoben worden war, so zeigte doch keines in der Zeit des Lebens nach der Zelleneinspritzung eine irgend merkliche Störung seines Wohlbefindens, und als sie durch Eröffnung einer Art. carotis getödtet wurden, war das Blut vollkommen flüssig“ [1]). 25—30 ccm des Zellenbreies können nun sehr viel und sehr wenig gewesen sein, je nach der Grösse des Hundes, aber diese Grösse wird nicht angegeben.

Derartiger ungenauer Angaben lassen sich leider sehr viele finden, so dass der Leser nicht im Stande ist, sich ein klares Bild über den Sachverhalt zu machen und die Controle sehr erschwert wird.

2. Können durch das Auswaschen, sei es mit 0,6% Kochzalzlösung, sei es mit destillirtem Wasser, die wirksamen Bestandtheile aus den Zellen mehr oder weniger vollständig extrahirt worden sein. Diese Annahme stützt sich auf die Erfahrungen Rauschenbach's [2]), welcher fand, dass durch destillirtes Wasser sowohl, als durch eine halbprocentige Kochsalzlösung aus dem Lymphdrüsensaft eine eiweissartige Substanz extrahirt wird, welche durch Neutralisation gefällt, in Kochsalz löslich, aber im Ueberschuss der Säure unlöslich ist. Von dieser Substanz wurde durch filtrirtes Blutplasma das Fibrinferment genau ebenso abgespalten, wie von den Zellen selbst. Es würde demnach theoretisch durchaus nicht wunderbar erscheinen, wenn die Lymphdrüsenzellen nach der Extraction mit Wasser oder Kochsalzlösung wegen der erlittenen Verluste sich bei der Injection ins Gefässsystem als relativ

1) Du Bois-Reymond's Archiv 1881 S. 409.

2) Fr. Rauschenbach, Ueber die Wechselwirkungen zwischen Protoplasma und Blutplasma. Dorpat 1883.

unschädlich erweisen, resp. wenn der Organismus ihre Wirkungen leichter überwindet als die der nicht ausgewaschenen Zellen.

Bevor ich nun zur Beschreibung meiner Versuche übergehe, will ich voranschicken, dass ich in Bezug auf die gestellte Frage nicht über Erfahrungen hinsichtlich des Peptonbluts gebiete, solche zu sammeln auch gar nicht die Absicht hatte, denn es ist mir wohl nicht zu verübeln, wenn ich auf einem Standpunkte stehe, der es mir nicht gestattet, das Peptonblut als ein normales Blut anzusehen.

Ferner ist nicht zu vergessen, dass wir bis jetzt noch kein reines Pepton haben erlangen können, es daher sehr schwer zu entscheiden ist, was und wieviel auf die Wirkung des Peptons und wieviel auf die neben demselben im Präparat vorkommenden Stoffe zu beziehen ist. Das Peptonblut ist eben an sich ein zu räthselhaft verändertes Blut, als dass es passend erschiene mit seiner Hilfe die Räthsel, die das normale Blut an sich uns stellt, zu lösen.

Ein ganz anderes Ziel verfolgend hatte ich im Laufe des vorigen Jahres einige Versuche mit Pepton angestellt, gab aber diese Versuche sehr bald auf, da ich einsehen musste, dass mein Zweck nicht zu erreichen war. Nichtsdestoweniger will ich jetzt die Gelegenheit nicht unbenützt vorübergehen lassen und kurz über die Resultate, die ich nebenbei durch meine Versuche mit Pepton gewonnen, referiren.

In Anwendung hatte ich einmal ein von Prof. Podwyssotzky hergestelltes Präparat (dasselbe ist aus dem Witte'schen Pepton dargestellt; das Darstellungsverfahren ist von E. v. Samson[1]) des Genaueren angegeben worden), ein anderes Mal das Witte'sche Pepton genommen.

Mich streng an die Erfahrungen Fano's[2]) am Hundeblut haltend, wiederholte ich seine Versuche an Katzen, die hier bedeutend leichter in grösserer Anzahl zu beschaffen sind, als Hunde. Eine Wiederholung der Fano'schen Versuche war mir durch die Thatsache geboten, die er am Kaninchen gefunden, nämlich dass das Pepton auf das Blut dieser Thiere keinen Einfluss ausübt. Ich

1) E. v. Samson-Himmelstjerna, Experiment. Studien über das Blut in pathol. u. physiol. Beziehung. Inaug.-Diss. Dorpat 1882.

2) Du Bois-Reymond's Archiv 1881 S. 277.

kann hier meinen übrigen Beobachtungen vorgreifen und betonen, dass sich die Katzen in dieser Beziehung ebenso verhalten.

Ich glaubte, dass diese Thiere vielleicht einer grösseren Menge Pepton bedürften, damit das Blut seine spontane Gerinnungsfähigkeit verliert. Gab ich aber grössere Dosen, so trat regelmässig unter schweren Erscheinungen der Tod ein, ohne dass das Blut seine Beschaffenheit in Bezug auf die Gerinnung geändert hätte.

Ich lasse nun die diesbezüglichen Versuchsprotokolle folgen. Die Peptonlösung war in allen Versuchen eine 10%.

Versuch I.

Katze, 3000 g. Das Normalblut, der Carotis entnommen, gerinnt in ca. 1 1/2 Min.

In die Ven. jugular. ext. werden 0,9 g Pepton injicirt. Keine wesentliche Veränderung am Versuchsthier bemerkbar. In verschiedenen Zeitabschnitten abgenommene Blutproben, natürlich wieder aus der Carotis, gerinnen im Verlauf von 1—2 Min.

Versuch II.

Kater, 3000 g. Das Normalblut gerinnt in 1 1/2—2 Min.

Injection von 0,9 g Pepton. Gleich nach der Injection ist die Athmung sehr beschleunigt, doch erholt sich das Thier bald. Das entnommene Blut gerinnt in 1—2 Min.

Versuch III.

Katze, 2500 g. Das Normalblut gerinnt in 2—3 Min.

Injection von 1,5 g. Pepton. Gleich nach der Injection hochgradige Dyspnoë, Krämpfe, Tod. Das abgenommene Blut gerinnt in wenigen Minuten.

Section. Herz fast blutleer; im Gefässsystem dunkelgefärbtes, flüssiges Blut, das nach dem Verlassen der Gefässe in wenigen Minuten gerinnt. Die Organe der Bauchhöhle anämisch.

Versuch IV.

Kater, 2200 g. Das Normalblut gerinnt in ca. 1 Min.

10 h 30 m Injection von 1,4 g. Pepton. Sofort Dyspnoë und Krämpfe. Das abgenommene Blut gerinnt in ca. 2 Min.

10 h 45 m Athmung regelmässiger geworden, aber immerhin stark beschleunigt. Das abgenommene Blut gerinnt in 2 bis 3 Min.

11 h Das Thier liegt vollkommen reactionslos da; die Pupillen reagiren nicht; auf äussere Insulte gar keine Reaction.

11 h 45 m Dyspnoë, Krämpfe, Tod.

Die Section gibt dasselbe Bild wie oben.

Ein mit den Witte'schen Pepton angestellter Versuch fiel ebenso aus.

Da das Pepton ein Zersetzungsproduct ist und neben diesen vielfach die sog. Ptomaine vorkommen, so konnte mir natürlich der Gedanke an die Mitwirkung eines solchen Stoffes nicht sehr fern liegen und in der That gelang es mir durch Ausschütteln einer Peptonlösung mit Essigäther einen Körper darzustellen, den ich als Ptomain anspreche. Ich erhielt leider eine zu geringe Menge, um auf eine nähere Untersuchung dieses Körpers eingehen zu können, will aber das Wenige, das ich über ihn in Erfahrung gebracht, hier anführen.

Aus dem angeführten, von Podwyssotzky dargestellten Pepton erhielt ich durch Ausschütteln mit Essigäther und Abdampfen desselben unter der Luftpumpe über Schwefelsäure eine gelbliche, amorphe, klebrige Masse, welche schwer löslich war in destillirtem Wasser, dagegen leicht löslich in Alkohol und alkoholhaltigem Wasser, von bitterlichem Geschmack.

Dieser Körper gab folgende Reactionen:

1. mit Gerbsäure — einen weisslich-grauen Niederschlag,
2. mit Platinchlorid — einen langsam sich bildenden Niederschlag von bräunlicher Farbe.
3. mit Goldchlorid — einen fleischfarbenen Niederschlag.
4. mit Jod — einen braunen Niederschlag.
5. mit Quecksilbernitrat — einen weissen, beim Kochen gelblichen Niederschlag.
6. mit Ferricyankalium und Eisenchlorid — Blaufärbung.

Mit Quecksilberkaliumjodid konnte ich keinen Niederschlag erzielen.

Da ich nur noch einen kleinen Rest dieses Ptomains übrig hatte, musste ich mich auf Versuche an Fröschen beschränken, denen ich kleine Quantitäten, in einem Tröpfchen Alkohol gelöst und dann mit Wasser verdünnt, unter die Rückenhaut in den Lymphsack injicirte. Genaue Angaben über die injicirte Menge kann ich nicht machen, doch war sie jedenfalls eine geringe und überschritt wohl kaum wenige Milligramm. Die Lösung war bei allen Versuchen dieselbe.

Versuche an Fröschen.

I. 10 h 35 m wird dem Frosch 1 ccm der Lösung des genannten Körpers unter die Rückenhaut injicirt.
10 h 37 m der Frosch wird ungeschickt, fällt auf den Rücken und bleibt so liegen.
10 h 39 m Lähmung der Extremitäten; auf äussere Reize keine Reaction; elektrische Erregbarkeit der Nerven herabgesetzt.
4 h der N. ischiad. wird freigelegt, elektrisch gereizt — keine Reaction. Erregbarkeit der Muskeln intact.

II. 10 h 33 m einem Frosch wird 1 ccm der Lösung injicirt.
10 h 37 m der Frosch liegt stumpf da, reagirt nicht.
10 h 43 m Lähmung der Extremitäten; elektrische Erregbarkeit der Nerven herabgesetzt.
4 h keine Reaction auf elektrische Reize von Seiten der Nerven und des Rückenmarks; Erregbarkeit der Muskel intact.

III. 3 h 35 m Injection von 1,5 ccm der Lösung.
3 h 45 m der Frosch liegt stumpf und reactionslos da.
4 h 30 m elektrische Erregbarkeit der Nerven und des Rückenmarks stark herabgesetzt.
4 h 50 m von Seiten des Rückenmarks und der Nerven keine Reaction auf elektrische Reize. Erregbarkeit der Muskeln intact.

Einen Körper mit denselben Eigenschaften habe ich auch aus dem Pepton siccum von Witte darstellen können.

Aus den angeführten Versuchen ersieht man, dass dieser Stoff ähnlich dem Curare wirkt, eine Eigenschaft, die man vielen Ptomainen zuschreibt.

Aus diesem Grunde und die Reactionen dieses Körpers in Betracht ziehend, glaube ich berechtigt zu sein, denselben als ein Ptomain anzusehen.

Nachdem ich diese Erfahrungen gemacht habe, wird es mir wohl Niemand verargen können, wenn ich das peptonisirte Blut für ein krankes oder wenigstens für kein normales erachte und daher für meine jetzigen Zwecke vollkommen von Untersuchungen an einem derartigen Blute Abstand nahm. Aber auch abgesehen von diesen meinen Erfahrungen hätte ich mich nicht an das Peptonblut gehalten, weil wir es hier hauptsächlich mit einer Besonderheit des Hundebluts zu thun zu haben scheinen, denn der Hund ist, meines Wissens, wenigstens bisher, das einzige Thier gewesen, bei dem man durch Peptoninjectionen derartige Wirkungen erzielte. Dass übrigens das peptonisirte Blut des Hundes nicht als normales zu bezeichnen ist, geht auch schon aus den Zählungsversuchen E. v. Samsons[1]) hervor. Die Folge der Peptoninjection war nach diesen Versuchen stets ein schneller Zerfall der weissen Blutkörperchen innerhalb des Gefässsystems.

Eine Dunkelheit des Peptonblutes liegt auch in dem Umstande, dass nach den bisherigen Angaben das Pepton die Gerinnungsfähigkeit des Blutes nur dann aufheben soll, wenn es in das Gefässsystem eines lebenden Hundes injicirt worden, nicht aber wenn es ausserhalb des Körpers mit dem Blute zusammengebracht wird; die durchaus unverständliche Wirkung des Peptons auf das Blut combinirt sich also hier mit der nicht weniger unverständlichen Wirkung des Organismus auf das durch die Peptoneinfuhr veränderte Blut.

Die Versuche, die ich nun folgen lassen will, führte ich also nur an ganz normalen Thieren aus. Als Versuchsobjecte dienten mir Kaninchen, Katzen und Hunde.

Das Ziel meiner Versuche ist: Beseitigung des von Wooldridge erhobenen Widerspruchs gegen die thrombo-

---

1) a. a. O. S. 104 ff.

sirende Wirkung der injicirten Leucocyten und Prüfung seiner Behauptung, dass diese Wirkung nur einem ausserhalb der Zellen in Lösung präexistirenden Körper zukomme.

I. Versuche mit Lymphdrüsen.

Die von mir in Gebrauch gezogenen Lymphdrüsen stammten von Rindern. Sie wurden in der Regel ganz frisch, gleich nachdem sie aus dem Schlachthause gebracht worden, verarbeitet; zuweilen jedoch erst am anderen Morgen, d. h. nach 12—15 Stunden. Ein merklicher Unterschied resultirte daraus nicht.

Die Lymphdrüsen wurden vom Fett und Bindegewebe möglichst befreit, in ganz kleine Stücke geschnitten und dann mittels einer kleinen Muskelpresse durch grobe Leinwand gepresst. Der ausgepresste Saft wurde dann auf eine kleine Centrifuge, die ca. 500 Umdrehungen in der Minute machte und mit Leichtigkeit von einem Knaben getrieben werden konnte, gebracht.

Nach 2—3stündigem Centrifugiren hatten sich die Zellen zum grössten Theil gesenkt und über diesem Bodensatz stand eine braungraue Flüssigkeitsschicht. Eine vollständige Senkung der Zellen durch Centrifugiren zu erzielen, erwies sich als unmöglich.

Ich versuchte nun die überstehende Zwischenzellflüssigkeit durch ein doppeltes und dreifaches Filtrum von dickem Filtrirpapier zu filtriren; das Filtrat war auch bedeutend klarer geworden, zeigte aber bei mikroskopischer Untersuchung immerhin noch eine grosse Anzahl sowohl ganzer Zellen, als auch Zellentrümmer, die sich im ausgepressten Lymphdrüsenbrei stets in beträchtlicher Menge finden.

Da ich den ausgepressten Lyphdrüsensaft nicht ganz von den Zellen befreien konnte, war ich eben gezwungen, mich mit dem zu begnügen, was ich erreicht hatte.

Ich war also jetzt im Besitze zweier Injectionsflüssigkeiten, einer zellenreichen und an Zwischenzellenflüssigkeit ärmeren und einer an Zwischenzellenflüssigkeit reichen und bedeutend zellenärmeren. Das genügte ja zur Entscheidung der Frage, ob die intravasculäre Gerinnung hervorgerufen würde durch einen gelösten Bestandtheil

der Zwischenzellenflüssigkeit oder durch einen solchen der Zellen selbst. Im ersteren Falle musste bei der Injection die obere zellenarme Flüssigkeitsschicht sich als die viel wirksamere resp. vielleicht sogar als die allein wirksame erweisen, im letzteren Fall musste dies von der unteren zellenreichen Schicht gelten.

Bevor ich auf diese Versuche übergehe, will ich bemerken, dass ich in einer Reihe von fünf Versuchen in derselben Weise wie Groth verfuhr, d. h. ich injicirte den Thieren (Kaninchen und Katzen) den ganzen ausgepressten Lymphdrüsensaft, also Zellen + Zwischenzellenflüssigkeit. Das Resultat war stets ein fast momentaner Tod in Folge von Thrombose des Herzens und der grossen Gefässe.

Da Groth die durch Zerschneiden erhaltenen Lymphdrüsenstücke zwischen den Löffeln einer starken Zange, ich aber in einer Muskelpresse durch grobe Leinwand auspresste, erhielt er einen viel zäheren, dickflüssigeren Brei, als ich, und war deshalb gezwungen, denselben behufs der Injection mit ½ proc. Kochsalzlösung zu verdünnen. Die Verdünnung fiel bei mir weg. Aber offenbar war bei mir die eigentliche, aus den Hohlräumen der Lymphdrüsen stammende Zwischenzellenflüssigkeit durch die mitausgepresste Gewebsflüssigkeit der Drüsen selbst verdünnt.

Eine noch stärkere Verdünnung fand offenbar in Wooldridges Versuchen statt, weil er, wie er sagt, die Drüsen mit einer 0,6 proc. Kochsalzlösung auspresste.

Ich gehe jetzt zu denjenigen Versuchen über, in welchen ich meinen Versuchsthieren die mittels der Centrifuge möglichst von einander gesonderten beiden Hauptbestandtheile des Lymphdrüsensaftes, Zellen und Zwischenzellenflüssigkeit beibrachte. Da die letztere, wie wir sehen werden, eine sehr concentrirte Flüssigkeit darstellt, so gelang es mir nicht, die Zellen auf der Centrifuge zu einer steifen Masse zusammenzuballen. Die untere Schicht war zwar, verglichen mit der oberen, ungeheuer zellenreich, stellte aber immer noch eine bewegliche Masse dar, die als solche, ohne weitere Verdünnung, injicirt werden konnte.

Ich nahm vorläufig mit Wooldridge an, die Zellen seien durchaus unwirksam. Dann aber enthielt eine Volumeinheit der oberen Schicht mehr von der wirksamen Substanz als die gleiche

Menge der unteren, zellenhaltigen Schicht. Um diese Differenz einigermaassen auszugleichen, mischte ich zwei Volum der ersteren mit einem Volum destillirtem Wasser. Ich ging dabei von der Annahme aus, dass die untere Schicht nur zu 1/3 aus Zellen und zu 2/3 Zwischenflüssigkeit bestehe; sicherlich enthält sie aber viel weniger Zwischenflüssigkeit, wenigstens scheint sie bei mikroskopischer Betrachtung fast nur aus Zellen zu bestehen.

Als Eingangspforte für die Injection benutzte ich das centrale Ende der Ven. jugular. ext. Die Injection fand stets in einem Zuge statt und die Section wurde regelmässig sogleich nach eingetretenem Tode ausgeführt. Die Quantität der zu injicirenden Zwischenflüssigkeit steigerte ich von Versuch zu Versuch.

Die Resultate dieser Versuchsreihe ersieht man aus der nachfolgenden Zusammenstellung.

Injection von

Lymphdrüsenzellen	Zwischenzellenflüssigkeit
1. Kaninchen, 1800 g, erhält 5 ccm vom Zellenbrei (2,8 ccm pro Kilo). Während der Injection stellt sich Athemnoth ein, der Herzstoss ist verstärkt, es treten Krämpfe auf. Tod in 4 Minuten. Section. Beide Herzen, Aorta, Art. pulmon., die zum Herzen gehenden Venen prall gefüllt mit derben Gerinnseln. Auch die Hauptgefässe vielfach thrombosirt.	1. Kaninchen, 2200 g, erhält 7 ccm von der Zwischenzellenflüssigkeit (3,2 ccm pro Kilo). Während und nach der Injection zeigen sich nicht die geringsten abnormen Erscheinungen. Das Thier ist ganz munter, frisst und bleibt am Leben.
2. Katze, 2200 g, erhält 10 ccm vom Zellenbrei (4,5 ccm pro Kilo). Der Tod erfolgt unter den eben beschriebenen Erscheinungen nach 30 Minuten.	2. Katze, 1300 g, erhält 7,5 ccm von der Zwischenzellenflüssigkeit. (5,8 ccm pro Kilo). Das Thier bleibt am Leben, frisst und ist ganz munter.

Section. Im Herzen einige wenige, mässig derbe Gerinnsel; einige Hautgefässe thrombosirt; sonst das Blut flüssig, dunkel, theerartig.

3. Kaninchen, 1800 g, erhält 7,5 ccm vom Zellenbrei. (4,2 ccm pro Kilo).

Tod unter den oben angegebenen Erscheinungen in 2 Min.

Section. Derbe Gerinnsel im Herzen und in den Lungengefässen.

4. Katze, 2400 g, erhält vom Zellenbrei 7,5 ccm (3,1 ccm pro Kilo).

Der Tod tritt sofort unter den angegebenen Erscheinungen ein.

Section. Im Herzen und fast im ganzen Gefässsystem derbe Gerinnsel.

3. Katze, 3200 g, erhält 25 ccm von der Zwischenzellenflüssigkeit (7,8 ccm pro Kilo).

Die Injection erscheint ganz ohne Einfluss. Das Thier bleibt am Leben.

4. Katze, 3300 g, erhält 22 ccm von der Zwischenzellenflüssigkeit. (6,7 ccm pro Kilo).

Es tritt Dyspnoë, Verstärkung des Herzstosses ein.

Das Thier erholt sich jedoch sehr bald und bleibt am Leben.

Anmerkung. Auf weitere Veränderungen, die durch die Injection im thierischen Organismus bedingt wurden, richtete ich bei der Section meine Aufmerksamkeit nicht, will jedoch nicht unterlassen, eine Mittheilung, die mir Herr Prof. R. Kobert, der die von mir getödteten Thiere noch weiter benutzte, freundlichst machte, anzuführen, nämlich dass sich am Darme meiner durch Leucocyteninjection getödteten Thiere stets ausgeprägte Erscheinungen der Fermentintoxication zeigten.

Aus diesen Versuchen geht als Resultat hervor, dass zunächst und vor allem die Leucocyten im ausgepressten

Lymphdrüsensaft die intravasculäre Gerinnung bewirken, während der flüssige Theil dieses Saftes sich als in dieser Hinsicht unwirksam erwiesen hat. Nur im Versuch 4 zeigt er eine schwache Wirkung, wobei aber nicht zu vergessen ist, dass es mir keineswegs gelang, ihn ganz von Zellen und suspendirten Körnermassen zu befreien.

Sollte nun auch ausser diesen Zellen und Körnermassen in der oberen Schicht des ausgepressten und centrifugirten Lymphdrüsensaftes ein den Leucocyten analog wirkender Stoff in gelöster Gestalt vorkommen, so kann es sich, wenigstens in den obigen Versuchen, nur um sehr kleine Quantitäten desselben gehandelt haben, die keine wahrnehmbare Wirkung hervorzubringen vermochten. Der nächste Schluss wird dann aber doch wohl sein, dass dieser fragliche Bestandtheil der Zwischenzellenflüssigkeit aus den so ausserordentlich wirksamen Zellen stammt, mag er durch Zerstörung, Auflösung der Zellen oder durch Extraction seitens der Zwischenzellenflüssigkeit in die letztere gelangt sein.

A priori bin ich der Annahme, dass ein den Zellen analog wirkender Stoff auch in der Zwischenzellenflüssigkeit gelöst vorkommt, nicht bloss nicht entgegen, sondern ich halte mich sogar davon überzeugt, und zwar aus folgenden Gründen:

1. Es können Zellen unter der Presse zerquetscht worden und dabei Bestandtheile derselben in die Zwischenflüssigkeit übergegangen sein — im den ausgepressten Lymphdrüsensaft waren neben den Zellen stets grosse Mengen von Körnern enthalten; in einem Falle habe ich sogar in dem ausgepressten Lymphdrüsensaft, mit Ausnahme vereinzelter Leucocyten, nur Körnermassen vorgefunden.

2. Rauschenbach verdünnte seinen sehr dickflüssigen Zellenbrei mit destillirtem Wasser resp. mit einer 0,5 proc. Kochsalzlösung und filtrirte nach einiger Zeit. In dem Filtrat fand er den bereits erwähnten, durch Neutralisiren fällbaren, in Kochsalz löslichen, im Ueberschuss der Säure aber unlöslichen Körper; dieser Körper, in filtrirtes Blutplasma gebracht, entwickelte Fibrinferment.

Es ist denkbar, dass auch der flüssige Theil des Lymphdrüsensaftes in dieser Weise einen Theil der wirksamen Stoffe aus den

Zellen extrahirt. Warum ich hier nur von einem extrahirten Theil rede, wird später klar werden.

3. Das in der Kälte filtrirte, völlig zellenfreie Pferdeblutplasma gerinnt nicht nur immer, wenn auch sehr langsam, sondern es findet in ihm auch stets, wie J. v. Samson-Himmelstjerna gezeigt hat, eine geringe Fermententwicklung nach dem Filtriren statt. Demnach kommen auch in der Flüssigkeit des normalen Blutes gelöste fermentliefernde Stoffe in geringen Mengen vor.

Da nach den Untersuchungen des Genannten, sowie A. Nauck's die Producte der regressiven Metamorphose der Eiweisskörper solche Fermentquellen darstellen, so wäre der obige Befund v. Samson's erklärlich.

Zugleich liegt auf der Hand, dass auch diese, gelöst praeexistirenden Stoffe zu den Leucocyten des Bluts in Beziehung stehen dürften, welche ja so ausserordentlich viel ergiebigere Fermentquellen darstellen.

Aus diesen Gründen halte ich es für durchaus wahrscheinlich, dass auch der flüssige Theil des ausgepressten Lymphdrüsensaftes fermentlieferndes Material in gelöster Gestalt enthält, aber ich bin zugleich der Ueberzeugung, dass der Versuch, durch Injection dieser Flüssigkeit, tödtliche intravasculäre Gerinnungen herbeizuführen, in den meisten Fällen misslingen wird, sofern man nicht sehr grosse Quantitäten desselben verwendet. Ich setze dabei natürlich voraus, dass eine möglichst vollkommene Befreiung der Flüssigkeit von den in ihr suspendirten Leucocyten stattgefunden hat, was nicht so leicht zu sein scheint.

Wooldridge presste die Lymphdrüsen mit einer 0,6 proc. Kochsalzlösung aus. Mir erschien es möglich, dass er auf diese Weise den Zellen gewisse Stoffe entzogen hatte. Indess wollte ich diese Annahme experimentell prüfen.

Zu diesem Behufe presste ich mehrere ganz frische Lymphdrüsen, wie oben angegeben, aus, wobei ich 120 ccm Drüsensaft erhielt. Nach dem Centrifugiren wurden von oben etwa 5 ccm der Flüssigkeit abgenommen, gewogen und der Gesammtrückstand auf gewöhnliche Weise bestimmt; er betrug 7,63%.

Jetzt wurde der flüssige Theil weggegossen und von dem Bodensatz, dessen Volum 23,5 ccm betrug, 7,5 ccm einer Katze von 2300 g (3,3 ccm pro Kilo) injicirt. In drei Minuten trat der Tod unter den gewöhnlichen Erscheinungen ein. Die Section präsentirte dasselbe Bild, wie in den früheren Versuchen.

Die intensive Wirksamkeit der Zellen stand also auch in diesem Falle ausser Zweifel.

Der Rest des Zellenbreies (16 ccm) wurde in zwei gleiche Theile getheilt, zu dem einen 22 ccm 0,6 % Kochsalzlösung, zu dem anderen 22 ccm desstillirtem Wasser gefügt, in zwei Cylinder der Centrifuge übergeführt, gut durchgeschüttelt, 12 Stunden stehen gelassen und dann centrifugirt. In ihrer jetzigen, stark verdünnten Zwischenflüssigkeit senkten sich die Zellen viel vollkommener zu Boden, als in der ursprünglichen.

Nach beendetem Centrifugiren wurde aus jedem der beiden Cylinder von oben etwas Flüssigkeit abgehoben, filtrirt und zur Rückstandbestimmung benützt. Ich fand in dem mit destillirtem Wasser hergestellten Waschwasser einen Rückstand von 2,57 %, in dem kochsalzhaltigen, nach Abzug des Salzes einen solchen von 2,13 %.

Machen wir nun auch hier die durchaus unwahrscheinliche Annahme, dass der Bodensatz in den Cylindern nach dem ersten Centrifugiren zu $^2/_3$ aus Zwischenflüssigkeit bestand, so enthielten 8 ccm des Breies 5,33 ccm der letzteren, und da diese 7,63 % an fester Substanz besass, so konnte der Rückstand nach Zusatz von 22 ccm Wasser resp. verdünnter Kochsalzlösung bei maximalster Berechnung nur 1,55 % betragen, wenn nämlich gar keine Stoffe aus den Zellen extrahirt worden wären. Statt dessen fanden wir 2,57 resp. 2,13 %.

Ein Uebergang von Zellenbestandtheilen in die wässerige Suspensionsflüssigkeit hatte also in beiden Fällen stattgefunden. Dass unter diesen Bestandtheilen die fermentliefernden auch enthalten gewesen sind, lässt sich aus den bereits angeführten Versuchen Rauschenbach's mit dem filtrirten Wasserextract der Zellen entnehmen, aber ihre Menge muss jedenfalls sehr gering gewesen sein. Dies entnehme ich aus dem Umstande, dass die Injection dieser

beiden Flüssigkeiten ohne die geringste Wirkung blieb, obgleich ich den Thieren (Katzen) das reine Waschwasser der Zellen zu 9,5 ccm pro Kilo und das kochsalzhaltige zu 15 ccm pro Kilo beibrachte.

Da mir im Augenblicke nur noch eine Katze zu Gebote stand, so mischte ich die in den beiden Centrifugengläser zurückgebliebenen Bodensätze und injicirte dem Thiere 4,2 ccm pro Kilo von dieser Masse. Tod in zwei Minuten unter den gewöhnlichen Erscheinungen. Herz und grosse Gefässe mit Gerinnseln gefüllt.

In diesem Versuche waren nun die Leucocyten nicht bloss durch das Centrifugiren von der Flüssigkeit einfach getrennt, sondern ausserdem noch gewaschen worden und doch erwiesen sie sich noch immer als so enorm wirksam bei der Injection.

Zugleich sieht man aus diesen Versuchen, dass die Extraction der wirksamen Bestandtheile der Zellen durch die Waschflüssigkeiten eine sehr unbedeutende gewesen war. Man versteht also, warum ich oben nur von einer theilweisen Extraction der wirksamen Bestandtheile sprach.

Ich will nicht unerwähnt lassen, dass die Injection des flüssigen Theiles des centrifugirten Lymphdrüsensaftes bei einem meiner Versuchsthiere den Tod durch intravasculäre Gerinnung herbeiführte (Katze 10 ccm pro Kilo), aber dieses Resultat berechtigt zu keinen Schlüssen, weil die Befreiung der Flüssigkeit von den Leucocyten durch Centrifugiren eben nur mangelhaft gelungen war. Mehr oder weniger gilt dieses von allen meinen Versuchen, und trotzdem erwies sich die Zwischenflüssigkeit in allen übrigen Fällen als unwirksam. Wie unschuldig muss hiernach die ganz zellenfreie Flüssigkeit sein!

Wooldridge stützt seine Behauptung, dass die Lymphdrüsenzellen bei der Gerinnung nicht mitwirken, auf ein Paar Versuche mit Hunden, welche nach Injection des betreffenden ausgewaschenen Zellenbreies lebend geblieben waren. In dem Hunde hat aber Wooldridge sich ein Versuchsthier gewählt, welches, wie aus den Erfahrungen der Schüler Al. Schmidt's hervorgeht, den Wirkungen des Fibrinferments innerhalb des Gefässsystems den allergrössten Widerstand entgegensetzt. Ich behaupte aber trotzdem, dass es jedesmal gelingen wird, auch den Hund durch Lymphdrüsenzellen,

ungewaschenen oder gewaschenen, zu tödten, sofern man dieselben nur in genügender Menge anwendet. Folgende zwei Versuche mögen diese Behauptung erhärten.

1. Zwei Monate altes Hündchen, 800 g, erhält 7,5 ccm Zellenbrei (9,3 ccm pro Kilo). Tod während der Injection unter den gewöhnlichen Erscheinungen. Im rechten sowohl als im linken Herzen derbe Gerinnsel, die sich ins arterielle und venöse Gebiet verfolgen lassen.

2. Erwachsener Hund, 4100 g, erhält 33 ccm Zellenbrei (8,1 ccm pro Kilo). Tod während der Injection unter den gewöhnlichen Erscheinungen. Sectionsbild ganz wie oben.

Alle meine bisher erwähnten Versuchsergebnisse widersprechen den Angaben von Wooldridge über die Erfolglosigkeit der Injection von Leucocyten. Ein positives Ergebniss ist hier aber entscheidender als zehn negative. Wenn Jemand constatirterweise an einer sehr kleinen Dosis einer Substanz gestorben ist, so wird man diese Substanz als Gift bezeichnen und dabei bleiben, auch wenn in ein Paar anderen Fällen dieselbe Dosis der Substanz nicht tödtlich gewirkt hat — und Wooldridge sagt uns gar nicht, welche Dosis er bei seinen Versuchen in Anwendung gebracht hat.

Rauschenbach mischte filtrirtes Blutplasma d. h. unveränderte Flüssigkeit des circulirenden Blutes mit leucocytenhaltigen Flüssigkeiten ausserhalb des Organismus; Groth bewirkte dieselbe Mischung innerhalb desselben — beide mit dem erwarteten Erfolg. Nach den früheren Beobachtungen und Versuchen Al. Schmidt's davon überzeugt, dass die Leucocyten (Protoplasma) das specifisch wirksame Princip darstellten, hielt keiner von beiden die mechanische Trennung derselben von ihrer betreffenden Zwischenflüssigkeit für durchaus erforderlich. Groth hat es aber doch ein paar Mal gethan und zwar dienten ihm dazu die oft sehr zellenreichen fibrinogenen Flüssigkeiten aus den sog. serösen Höhlen des Pferdes. Gerade in diesen, von Wooldridge nicht erwähnten Versuchen Groth's zeigten die Zellen die intensivste Wirksamkeit, während ihre Suspensionsflüssigkeit sich als durchaus harmlos erwies.

Groth hat aber andererseits auch niemals behauptet, dass die Leucocyten in jedem einzelnen Falle tödtliche intravasculäre Gerin-

nungen bewirken müssten, weil er sehr gut wusste und auch betonte, dass er hierbei, abgesehen von der Qantität, auf die Beschaffenheit der Leucocyten und ihre sehr verschiedene Wirksamkeit, ferner aber auch auf die sehr verschiedene Widerstandskraft der Thiere ankommt.

Die Lehre, dass die farblosen Blutkörperchen bei der Blutgerinnung als Fermentquellen eine wesentliche Rolle spielen, stützte Al. Schmidt unter anderem bekanntlich auf die Erfahrung, dass das durch Filtriren von Leucocyten befreite Pferdeblutplasma eine so ausserordentlich reducirte Gerinnbarkeit zeigt.

Indem er sich auf seine Beobachtungen am Peptonblut beruft, behauptet nun Wooldridge, dies erkläre sich dadurch, dass der angeblich in der Blutflüssigkeit, ebenso wie in der Lymphdrüsenflüssigkeit gelöst enthaltene, die Gerinnung bewirkende Stoff durch die Kälte ausgeschieden werde und mit den an sich unschuldigen farblosen Blutkörperchen auf dem Filtrum zurückbleibe. Ich werde auf diese Behauptung noch zurückkommen, will aber für jetzt nur fragen: wie erklären sich alsdann der tödtliche Erfolg derjenigen Injectionsversuche von Groth und von mir, bei welchen nicht das Filtriren in der Kälte, sondern die Centrifuge als Mittel zur Trennung der Leucocyten von der Zwischenflüssigkeit benutzt wurde? Wooldridge's in Lösung praeexistirende, wirksame Substanz könnte doch unmöglich durch die Centrifuge präcipitirt worden sein?

II. Versuche mit Leucocyten aus dem Pferdeblutplasma.

Das Pferdeblutplasma erhielt ich in bekannter Weise durch Auffangen des der Ven. jug. ext. entströmenden Bluts in stark gekühlten Vorlagen und Absinkenlassen der rothen Blutkörperchen. Nach 20 Minuten bis höchstens einer halben Stunde konnte das über denselben stehende, sehr leucocytenreiche Plasma abgehoben werden.

Da die Trennung der Zellen und der Flüssigkeit von einander hier nicht durch Centrifugiren bewirkt werden kann, weil die Gerinnung unfehlbar dabei eintritt, so musste ich beide Bestandtheile des Plasma nach verschiedenen Methoden mir verschaffen.

Die zellenfreie Flüssigkeit gewann ich nach der gewöhnlichen Methode durch Filtriren des Plasma in der Kälte.

Mit dieser Flüssigkeit stellte ich fünf Injectionsversuche an Katzen an und zwar brachte ich den Thieren pro Kilo resp. 4,4—5, 6—7, 1—7, 4—10 ccm bei, wobei ich bemerke, dass das Plasma zu allen diesen Versuchen von verschiedenen Pferden stammte. Der Erfolg war übereinstimmend gleich Null, sämmtliche Thiere blieben am Leben, ohne während oder nach der Injection die geringsten Krankheitserscheinungen gezeigt zu haben.

Dieses Resultat war vorauszusehen, denn wenn das filtrirte Plasma auch das Substrat der Fermententwicklung in gelöster Gestalt enthält, so handelt es sich doch immer nur um höchst geringe Quantitäten desselben, eben nur um so viel, als, den physiologischen Umsetzungsvorgängen entsprechend, im Blute stets enthalten ist und hierdurch die regulatorischen Einrichtungen des Organismus gewissermaassen in Schach gehalten wird. Durch diese Injectionen hatte ich also eigentlich weiter nichts bewirkt, als eine Volumzunahme der Blutflüssigkeit meiner Versuchsthiere, während es, wie aus Rauschenbach's und Groth's Arbeiten hervorgeht, bei der Erzeugung von intravasculären Gerinnungen darauf ankommt, die Zusammensetzung der Blutflüssigkeit zu ändern, indem man den Gehalt derselben an fermentlieferndem Material (Protoplasma) soweit erhöht, dass jene normalen, mit Fermententwicklung verbundenen Umsetsungsvorgänge im Blut die physiologischen Grenzen überschreiten. Dieses bewirkt man durch Injection von Leucocyten.

Die Leucocyten des Pferdeblutes isolirte ich nach dem Vorgange von Al. Schmidt und J. v. Samson-Himmelstjerna durch Verdünnen des betreffenden Plasma mit eiskaltem Wasser und Dekantiren. Der Eintritt der Gerinnung wird sowohl durch die starke Verdünnung als durch die Kälte vollkommen behindert, weshalb das verdünnte Plasma bei 0° erhalten bleiben muss bis die farblosen Blutkörperchen sich vollkommen gesenkt haben. Ich nahm mir hierzu stets etwa 24 Stunden Zeit. Die Zellen bildeten alsdann eine weisse Schicht am Boden. Der grösste Theil der Flüssigkeit wurde nun abgegossen und der Rest mit den Zellen auf die Centrifuge gebracht. Hier entstand ein so fest zusammengepresster Niederschlag, dass die Flüssigkeit ohne Verlust abgegossen werden konnte, wobei die Masse kaum durch ihre Schwere bewegt wurde.

Da der Bodensatz in dieser Gestalt zur Injection nicht benutzt werden konnte, so verdünnte ich ihn vorher mit etwa dem gleichen Volum Wasser.

Dieser Bodensatz besteht aber nicht bloss aus farblosen Blutkörperchen, sondern zu einem beträchtlichen Theile auch aus Paraglobulin. Es ist kekannt, dass ein klares, körperchenfreies Serum sich bei starker Verdünnung mit Wasser, besonders bei längerem Stehen, trübt und einen Bodensatz von Paraglobulin bildet, je mehr Kohlensäure das Serum enthielt, desto mehr Paraglobulin scheidet sich auf diese Weise aus. Ganz dasselbe beobachtet man bei Wässerung von filtrirten körperchenfreiem Plasma, nur dass hier angenommen werden muss, dass der Niederschlag beide Globulinmodificationen enthält.

Viel stärker sind diese Ausscheidungen, wenn die Verdünnung mit eiskaltem Wasser geschieht, so dass die Kälte offenbar die Wirkungen der natürlichen Lösungsmittel der Globuline im Blute herabsetzt. Diese Ausscheidungen sind ferner im kalten, verdünnten Plasma und Serum des Pferdebluts ganz besonders bedeutend. Dies hängt vielleicht damit zusammen, dass das Globulin aus dem Pferdeblut ein verhältnissmässig schwer lösliches ist (wenigstens verglichen mit dem aus dem Rinderblutserum gewonnenen), wobei ich es dahingestellt sein lasse, ob es sich hierbei um eine Eigenthümlichkeit der Substanz des Eiweisskörpers selbst handelt oder um gewisse die Löslichkeit des Globulins beeinflussende Beimengungen.

Für den Fall nun, dass durch Injection des auf diese Weise aus normalen n i c h t filtrirten Plasma erhaltenen zellenreichen Bodensatzes intravasculäre Gerinnungen bewirkt wurden, musste ausserdem noch festgestellt werden, welcher Bestandtheil desselben, die farblosen Blutkörperchen oder das Globulingemenge, hierbei das Wirksame gewesen ist. Zu diesem Zwecke beschloss ich die Ausführung einer besonderen Versuchsreihe mit dem nur aus den Globulinen bestehenden Niederschlage von f i l t r i r t e m Plasma. Erwies derselbe sich als unwirksam, so stellten in dem Niederschlag des verdünnten, n i c h t filtrirten Plasma offenbar nur die Leucocyten das coagulirende Agens dar.

A. Versuche mit dem Niederschlag aus **filtrirtem** Pferdeblutplasma.

Es werden 65 ccm filtrirtes Plasma mit dem 20 fachen Volum eiskalten Wassers verdünnt, am folgenden Tage decantirt, der Rest centrifugirt, die Flüssigkeit abgegossen und der Niederschlag mit Wasser auf 13 ccm verdünnt. Die ganze Portion wird einer Katze von 2800 g injicirt (4,6 ccm pro Kilo), ohne auch nur die geringste Spur einer Krankheitserscheinung hervorzurufen.

2. Es werden 200 ccm filtrirtes Plasma wie oben behandelt, der Niederschlag im Centrifugenglase wird durch Wasserzusatz auf 40 ccm gebracht, so dass ein Cubikcentimeter des verdünnten Breies 5 ccm Plasma entspricht. Mit diesen 40 ccm werden zwei Versuche angestellt.

a) Eine Katze von 2700 g erhält 15 ccm (entspricht 75 ccm Plasma) oder 5,6 ccm pro Kilo. Nach der Injection gar keine Erscheinungen; das Thier bleibt am Leben.

b) Eine Katze von 3700 g erhält 25 ccm (entspricht 125 ccm Plasma) oder 6,8 ccm pro Kilo. Gleich nach der Injection einige Minuten dauernde Dyspnoë und Krämpfe; losgebunden erholt sich das Thier sehr bald.

Nur im letzten Versuch zeigt sich eine geringe Wirkung der Injection. Es ist aber hierbei zu berücksichtigen, dass es mehrere Stunden dauert, ehe man 200 ccm filtrirtes Plasma erhält, und dass hierbei offenbar Protoplasmabestandtheile trotz der Kälte in die Blutflüssigkeit übergehen. Dies ersieht man daraus, dass langsam filtrirtes Plasma eine bedeutendere Gerinnungstendenz zeigt und auch mehr Fibrinferment entwickelt, als rasch filtrirtes. Die Annahme liegt nun wohl nahe, dass etwas von diesem aus den Leucocyten stammenden Stoffe im letzten Versuch von den Globulinen mit niedergerissen worden ist.

B. Versuche mit dem Niederschlag aus **nicht filtrirtem** Pferdeblutplasma.

I. Es werden 300 ccm Plasma mit dem 20 fachen Volum eiskalten Wassers vermischt und weiter wie oben behandelt. Der Niederschlag im Cylinderglase der Centrifuge wird mit Wasser auf

40 ccm gebracht. 1 ccm dieses Breies enthält demnach die Leucocyten von 7,5 ccm Plasma. Mit diesen 40 ccm werden drei Versuche angestellt.

1. Ein Kaninchen von 1570 g erhält 5 ccm (entspricht 37,5 ccm Plasma) oder 3,1 ccm pro Kilo. Der Tod tritt während der Injection ein.

Section. Beide Herzen mit derben Gerinnseln prall gefüllt, die sich weit in die grossen Gefässe verfolgen lassen.

2. Eine Katze von 2700 g erhält 15 ccm (entspricht 112,5 ccm Plasma) oder 5,6 ccm pro Kilo. Tod unter Dyspnoë und Krämpfen nach 5 Minuten.

Section. Einige schwache Gerinnsel im Herzen und in den Lungengefässen.

3. Eine Katze von 2800 g erhält 15 ccm (entspricht 112,5 ccm Plasma) oder 5,4 ccm pro Kilo. Tod nach 4 Minuten unter Dyspnoë und Krämpfen.

Section. Im Herzen und in den grossen Gefässen derbe Gerinnsel; auch einige Hautgefässe thrombosirt.

II. 175 ccm Plasma werden mit dem 15 fachen Volum eiskalten Wassers gemischt und im Uebrigen wie gewöhnlich behandelt. Der Niederschlag im Cylinderglase der Centrifuge wird mit Wasser auf 35 ccm gebracht, so dass 1 ccm dieses Breies die Leucocyten von 5 ccm Plasma enthält. Hiermit zwei Versuche:

1. Eine Katze von 3350 g erhält 15 ccm (entspricht 75 ccm Plasma) oder 4,5 ccm pro Kilo. Tod unter den gewöhnlichen Erscheinungen nach 2—3 Minuten.

Section. Im Herzen und Gefässsysteme vielfache derbe Gerinnsel.

2. Eine Katze von 4300 g erhält 15 ccm (entspricht 75 ccm Plasma) oder 3,5 ccm pro Kilo. Tod nach 2—3 Min. unter den bekannten Erscheinungen.

Section. Herz und Lungengefässe mit Gerinnseln gefüllt.

III. 150 ccm Plasma werden mit dem 15 fachen Volum eiskalten Wassers verdünnt und weiter wie oben behandelt. Der Niederschlag wird mit Wasser auf 40 ccm gebracht, so dass ein Cubikcentimeter

des verdünnten Breies den Leucocyten von nur 3,75 ccm Plasma entsprach. Davon erhielt:

eine Katze von 2700 g 15 ccm (entspricht 56,3 ccm Plasma) oder 5,6 ccm pro Kilo. Tod in 2—3 Minuten unter den gewöhnlichen Erscheinungen.

Section. Ueberall derbe Gerinnsel.

Ich glaube, dass diese Versuche deutlich genug die Frage beantworten, ob die Zellen oder die Zwischenzellenflüssigkeit den die Gerinnung ausser- und innerhalb des Körpers verursachenden Stoff resp. die betreffenden Stoffe beherbergen.

Ich schliesse an das Bisherige die Mittheilung noch einiger Injectionsversuche mit farblosen Blutkörperchen an, in welchen ich das Auswaschen mit viel grösseren Mengen Wasser bewirkte. Es kam mir darauf an, einerseits zu constatiren, dass die Zellen dabei in Bezug auf ihre die Faserstoffgerinnung bewirkenden Bestandtheile zwar Verluste erleiden, andererseits aber auch, dass eine vollkommene Erschöpfung in dieser Hinsicht kaum werde erreicht werden können.

Letzteres erschloss ich aus einem Versuche J. v. Samson-Himmelstjerna's[1]), in welchem er das Plasma viermal nach einander mit dem 80fachen Volum eiskalten destillirten Wasser decantirte, so dass die Waschflüssigkeit mehr als das 40 Millionenfache des ursprünglichen Plasmavolums betrug. Den auf der Centrifuge gesammelten Zellenbrei brachte er in filtrirtes Blutplasma, dessen Gerinnung sie trotz alledem immer noch sehr deutlich beschleunigten, wenn auch viel weniger, als die farblosen Blutkörperchen dies unter gewöhnlichen Umständen thun.

Auch bei meinen nun folgenden Versuchen decantirte ich das nicht filtrirte Plasma mit gemessenen Quantitäten eiskalten destillirten Wassers und sammelte die so ausgewaschenen Zellen mittels der Centrifuge.

I. Mit dem 30 tausendfachen Volum Wasser gewaschen. Der auf der Centrifuge gesammelte Zellenbrei etwas verdünnt und hiervon 15 ccm einer Katze von 2530 g injicirt (5,9 ccm pro Kilo.) Sofort nach der Injection Dyspnoë, Tod in 10 Minuten.

1) a. a. O. S. 15 ff.

Section. Herz prall mit Gerinnseln gefüllt. Das Blut überall sonst flüssig, gerinnt nach mehreren Stunden.

II. Das Auswaschen geschieht mit dem 40 tausendfachen Volum Wasser. Nur 2 ccm vom Zellenbrei einem Kaninchen von 1100 g beigebracht (1,8 ccm pro Kilo). Tod nach ca. 12 Stunden.

Section höchstens 1 Stunde nach dem Tode ausgeführt. Herz leer, Blut überall flüssig, gerinnt nach mehreren Stunden.

III. Das Auswaschen geschah mit dem 63 tausendfachen Volum Wasser. Vom Zellenbrei werden wiederum nur 2 ccm einem Kaninchen von 900 g injicirt (2,2 ccm pro Kilo). Tod nach 16 bis 18 Stunden.

Section unterblieb.

Man sieht aus diesen Versuchen, wie schwer die wirksamen Bestandtheile sich aus den Zellen extrahiren lassen. Die injicirten Quantitäten sind in den beiden letzten Versuchen, die ursprünglich mit anderen Gesichtspunkten angestellt wurden, kleiner, als ich sie gewöhnlich angewandt habe. Sie passen deshalb nicht ganz in die Reihe.

Nach dem Effect der Injection beurtheilt, gehören diese Versuche zu den von Groth beschriebenen Fällen deutlich schwächerer Wirkung der Leucocyten. In solchen Fällen beginnt die durch die Injection gesetzte Blutveränderung mit einer plötzlichen Steigerung der Gerinnungstendenz des Blutes, die aber vom Organismus mehr oder weniger rasch überwunden wird, um einem viel länger dauernden Stadium herabgesetzter Gerinnbarkeit oder selbst völliger Gerinnungsunfähigkeit des Blutes Platz zu machen. An diesen consecutiven Blutveränderungen gehen die Thiere dann sehr häufig später zu Grunde.

III. Versuche mit ausgepresstem Froschmuskelsaft.

Wooldridge findet, dass im Peptonplasma beim Abkühlen sich eine Substanz ausscheidet und niederschlägt, die er für die eigentliche Gerinnungsursache hält, weil nach Entfernung dieser Substanz durch Filtriren die Flüssigkeit ihre Gerinnungsfähigkeit einbüssen soll. Daraus folgert er, dass beim Filtriren von normalem

Plasma bei 0° jene Substanz sich gleichfalls in Gestalt von Körnchen ausscheidet.

Den Gegenbeweis am Blutplasma selbst zu führen ist aber sehr schwer, weil es kaum möglich erscheint, durch das Auge festzustellen, ob in einer an sich durch suspendirte Zellen und Körnermassen bis zur Undurchsichtigkeit getrübten Flüssigkeit beim Abkühlen noch eine weitere körnige Ausscheidung, welche der Masse nach ja sehr gering sein könnte, stattfindet oder nicht.

Da ich nun von vornherein der Ueberzeugung war, dass der wirksame Stoff durch Zellenbestandtheile dargestellt wird, so war es, um den Gegenbeweis zu führen, vor allem nöthig, sich eine möglichst concentrirte Lösung dieser Zellenbestandtheile zu verschaffen und sich von der coagulirenden Wirksamkeit desselben zu überzeugen.

Wenn Wooldridge Recht hatte, so musste eine solche Lösung ihre Wirksamkeit verlieren, nachdem man sie auf 0° gekühlt und bei dieser Temperatur durch ein mehrfaches Filtrum filtrirt hatte.

Zu einem solchen Versuch schien mir ein filtrirtes Wasserextract von Lymphdrüsenzellen aus bereits erwähnten Gründen wenig geeignet. Ausserdem lässt sich dasselbe von den trübenden Körnermassen nur sehr unvollkommen durch Filtriren und Centrifugiren befreien.

Dagegen stellt der ausgepresste Muskelsaft wahren flüssigen Zelleninhalt dar, der ausserdem leicht ganz klar zu gewinnen ist. Nach den Erfahrungen Grubert's über die Wirkung des Muskelsaftes auf die Gerinnung des filtrirten Blutplasma, zweifelte ich keinen Augenblick an der Möglichkeit, durch Injection desselben intravasculäre Gerinnungen zu erzeugen.

Der Muskelsaft gehört aber doch der Zelle an; aus welcher Quelle ausserhalb der Muskelfibrille sollte hier der eventuell die Gerinnung bewirkende Stoff herrühren?

Was die etwa beigemengte Gewebsflüssigkeit anbetrifft, so brauche ich nur auf die negativen Resultate der erwähnten Injectionsversuche Groth's mit den Höhlenflüssigkeiten des Pferdes hinzuweisen.

Ausserdem hat Al. Schmidt von diesen Flüssigkeiten schon lange bewiesen, dass sie bei der Gerinnung sich passiv verhalten, d. h. sie bedürfen der Einwirkung des Fibrinferments um coagulirt zu werden, stellen selbst keine Fermentquellen dar.

Zur Darstellung des Muskelsaftes bediente ich mich des Frosches (rana temporaria), welchen ich, in derselben Weise wie Grubert, so lange mit einer 0,75 proc. Kochsalzlösung durchströmen liess, bis die abfliessende Flüssigkeit keine Spur einer Färbung mehr erkennen liess. Dann wurden die Muskeln der Extremitäten abgeschnitten, zerkleinert und mittels einer kleinen Muskelpresse durch Leinwand gepresst. Der Saft wurde alsdann filtrirt und stellte so eine klare strohgelbe Flüssigkeit dar. Alle diese Manipulationen fanden bei gewöhnlicher Temperatur statt. Myosingerinnungen traten nicht ein. Zu jedem Versuche sammelte ich natürlich den Muskelsaft mehrerer Frösche.

Wegen des beträchtlichen Wassergehaltes des Muskelsaftes concentrirte ich denselben im Vacuum über Schwefelsäure auf ein Drittel seines ursprünglichen Volums, wobei eine geringe Trübung eintrat.

Ich berichte zunächst über zwei Versuche.

1. Kaninchen von 500 g erhält 20 ccm concentrirten Muskelsaftes. Tod kaum eine Minute nach beendeter Injection.

Section. Das rechte Herz mit derben Gerinnseln gefüllt. welche sich bis in die feinsten Aeste der Pulmonalarterie fortsetzten,

2. Kaninchen von 500 g. Der concentrirte Muskelsaft wird auf 0° abgekühlt, vier Stunden bei dieser Temperatur stehen gelassen, wobei keine sichtbare Zunahme der Trübung stattfand; alsdann wird er, immer bei derselben Temperatur durch mehrfache Lage guten Filtrirpapier filtrirt. Das Thier erhält hiervon 20 ccm. Unter den bekannten Erscheinungen erfolgt der Tod in 2—3 Minuten.

Section. Im rechten, wie im linken Herzen einige kleine, derbe Gerinnsel, sonst das Blut flüssig, theerartig.

Ich war leider genöthigt, diese Versuche, welche überhaupt die letzten in dieser ganzen Reihe waren, aufzugeben. Die, wie es scheint, schwächere Wirkung des in der Kälte filtrirten Muskelsaftes beruht, wo so viele Umstände concurriren und den Schlusseffect

bedingen, sicherlich auf einem anderen Grunde, als auf der Ausscheidung eines als Gerinnungsursache wirkenden Stoffes in der Kälte. Häufig genug hat man ja die Gelegenheit, zu erfahren, dass der Effect einer und derselben, in gleichen relativen Mengen, den Thieren beigebrachten Injectionsflüssigkeit sehr verschieden ausfällt.

Soll man ferner annehmen, dass dieser Stoff beim Muskel allein der Zelle angehört, überall anderswo aber der umgebenden Flüssigkeit? Und wie wäre es zu erklären, dass die ohne Anwendung der Kälte nur durch Auswaschen auf der Centrifuge gereinigten Lymphdrüsenzellen so ausserordentlich energisch coagulirend wirken, während ihre Suspensionsflüssigkeit sich in dieser Hinsicht indifferent verhält?

In den zwei folgenden Versuchen fand das Concentriren im Vacuum nicht statt.

3. Katze von 1100 g erhält 30 ccm Muskelsaft. Krämpfe, Athemnoth. Tod zwei Minuten nach der Injection.

Section. Im rechten Herzen ein kleines Coagulum, ebenso in einem Ast der Pulmonalarterie. Sonst das Blut überall flüssig, dunkel.

4. Kaninchen von 500 g erhält 25 ccm Muskelsaft. Tod unter denselben Symptomen in 1—2 Minuten nach beendeter Injection.

Section. Ein kleines Gerinnsel im rechten Herzen, sonst überall dunkles, flüssiges Blut.

IV. Versuche mit dem Stroma der rothen Blutkörperchen.

Nachdem Al. Schmidt die Beobachtung gemacht, dass der Process der Faserstoffgerinnung durch das Hinzuthun rother Blutkörperchen ausserordentlich beschleunigt wird, zeigte Sachsendahl[1]), dass sie eine entsprechende Wirkung auch bei Injection in das Gefässsystem lebender Thiere auf das circulirende Blut ausüben, aber nur sofern sie nicht mehr als intacte, sondern als „aufgelöste" Blutkörperchen bestehen. Die Auflösung d. h. die Trennung des Hämoglobin vom Stroma bewirkte er einfach durch Wässerung des Blutes.

---

1) J. Sachsendahl, Ueb. gelöstes Hämoglobin etc. Inaug.-Diss. Dorpat 1880.

Al. Schmidt und Sachsendahl bezogen die eminenten thrombosirenden Wirkungen des lackfarbenen Bluts auf das gelöste Hämoglobin. A. Nauck[1]) indess führte den Beweis, dass nicht der Farbstoff, sondern das Stroma den in dieser Hinsicht wirksamen Bestandtheil der rothen Blutkörperchen darstelle.

Zur Trennung des Stroma bediente er sich des kohlensäurehaltigen Wassers und der Centrifuge. Kohlensaures destillirtes Wasser entzieht nämlich den gekernten sowohl, als den kernlosen Blutkörperchen sämmtliches Hämoglobin, ohne dass ihre Stromata dabei aufquellen, so dass die letzteren leicht zu Boden sinken resp. mittels der Centrifuge gesammelt und gewaschen werden können. Die betreffenden Erfahrungen sind von Semmer[2]) an gekernten und von Nauck an kernlosen rothen Blutkörperchen gesammelt worden.

In ganz derselben Weise verfuhr ich, um mir das erforderliche Quantum Stromasubstanz zur Erzeugung intravasculärer Gerinnungen zu verschaffen. Auch hier zweifelte ich nicht am Erfolg, da die Wirkung dieser Substanz auf filtrirtes Blutplasma durch Rauschenbach und Nauck schon festgestellt war.

Zur Gewinnung des Stroma rother Blutkörperchen liess ich ein Huhn aus der Art. carotis verbluten und das Blut gerinnen, presste alsdann den Blutkuchen durch Leinwand aus, versetzte das so gewonnene Blut mit dem 10 fachen Volum kohlensäurehaltigem Wasser und liess es unter mehrfachem Umschütteln sechs Stunden stehen. Die Stromata hatten sich inzwischen gesenkt; die über ihnen stehende Hämoglobinlösung wurde abgegossen und die Stromata wieder mit dem 10 fachen Volum kohlensäurehaltigem Wassers aufgerührt, drei Stunden stehen gelassen, decantirt, der Rest auf die Centrifuge gebracht und hier mehrfach mit kohlensäurehaltigem Wasser ausgewaschen bis der Niederschlag fast weiss aussah. Mit demselben stellte ich folgende Versuche an.

1. Ein Kaninchen von 1700 g erhielt 20 ccm (11,8 ccm pro Kilo). Tod einige Minuten nach der Injection.

---

1) a. a. O. S. 49 ff.

2) G. Semmer, Ueber die Faserstoffbildung etc. Inaug.-Diss. Dorpat 1874.

Section. In der Art. pulmon. schwache Gerinnsel, sonst überall dunkles, flüssiges Blut.

2. Ein Kaninchen von 1600 g erhält 25 ccm (15,6 ccm pro Kilo). Tod sofort nach der Injection.

Section. Das rechte Herz und die Pulmonalarterien prall mit consistenten Gerinnseln gefüllt.

Diese zwei Versuche genügen, um in Uebereinstimmung mit Nauck zu beweisen, dass auch das Stroma der rothen Blutkörperchen die Eigenschaft der Leucocyten, Gerinnungen zu bewirken, theilt. Da Nauck gezeigt hat, dass das Stroma der kernlosen rothen Blutkörperchen ganz ebenso auf filtrirtes Pferdeblutplasma wirkt, wie das der gekernten, so habe ich von weiteren Versuchen mit denselben abgesehen.

Ich will hier nicht unerwähnt lassen, dass auch Wooldridge gefunden hat, dass das Stroma der rothen Blutkörperchen intravasculäre Gerinnungen zu erzeugen im Stande ist.

Wenn auch Sachsendahl bemerkt hat, dass die durch Wasserzusatz aufgelösten rothen Blutkörperchen stärker auf Gerinnungsmischungen (filtrirtes Plasma, Gemenge von Serum und fibrinogenen Flüssigkeiten oder Lösungsgemenge der isolirten Fibringeneratoren) wirken als intacte, so bleibt die Wirkung der letzteren auf solche Flüssigkeiten doch immer eine ganz eminente. Trotzdem erhält sich das circulirende Blut flüssig. Der Organismus muss also über grossartige regulatorische Einrichtungen gebieten. Aber dieselben bethätigen sich nur so lange die Blutkörperchen intact sind. Gewässerte Blutkörperchen (d. h. ihres Hämoglobingehaltes beraubte Stromata der rothen Blutkörperchen) erzeugen gewaltige intravasculäre Gerinnungen, auch wenn dieselben aus dem Blute des Versuchsthieres selbst stammen, die Injection intacter Blutkörperchen aber bleibt ohne Wirkung; die einzige Gefahr, welche hierbei in Betracht kommt, beruht auf dem Gehalt des die Blutkörperchen begleitenden Serums an freiem Fibrinferment, der aber meist zu gering ist, um, gegenüber den Widerstandskräften des Organismus, Thrombosen zu bewirken. Mit solchen Injectionen vergrössert man einfach nur die Anzahl der rothen Blutkörperchen.

Ganz anders verhält es sich mit den Leucocyten. Man braucht sie nicht erst zu zerstören, um durch sie Thrombosen zu erzeugen, sie wirken als solche, mögen sie todt oder lebendig sein; die durch Injection gesetzte plötzliche Vergrösserung der Anzahl erweist sich also hier als lebensgefährlich.

Nachweislich gehen die injicirten Leucocyten in der Blutbahn in kürzester Zeit zu Grunde und mit ihnen ein grosser Theil der dem Blute des betreffenden Versuchsthieres selbst angehörenden. Ausserdem besitzt das Blutplasma normal einen gewissen Gehalt an Fibrinferment als Spaltungsproduct gewisser Protoplasmabestandtheile. Der Quantität nach ist dieser Gehalt gering, aber da das Ferment im circulirenden Blute fortwährend zerstört und wieder ersetzt wird, so kommt hier, bei Beurtheilung der Quantität, die Zeit in Betracht. Aber nicht bloss freies Ferment findet sich normal im Plasma des circulirenden Blutes, sondern auch aufgelöstes fermentlieferndes Material d. h. aufgelöste Protoplasmabestandtheile.

Der Schluss hieraus ist, dass die farblosen Blutkörperchen einem fortlaufenden physiologischen Umsetzungs- und Auflösungsprocess innerhalb der Blutbahn unterliegen, und dass die Gefahr intravasculärer Gerinnung bei Injection von Leucocyten auf einer plötzlichen Steigerung dieses Processes beruht.

Was aber die rothen Blutkörperchen anbetrifft, so scheint aus den erwähnten Thatsachen hervorzugehen, dass sie einem solchen Umsetzungsprocess innerhalb der Blutbahn selbst nicht unterliegen. Nur die bereits zerstörten rothen Blutkörperchen resp. die künstlich von ihrem Hämoglobingehalt befreiten Stromata derselben erzeugen intravasculäre Gerinnungen. Die hämoglobinfreien Stromata, nicht die rothen Blutkörperchen verhalten sich demnach innerhalb der Blutbahn ganz wie die Leucocyten, nur dass durch Injection derselben, wegen ihrer ungeheuren Anzahl die allereminentesten Wirkungen erzielt werden.

Gegen eine Auflösung der rothen Blutkörperchen in der Blutbahn spricht ja auch der Umstand, dass normalerweise das Hämoglobin niemals ein Bestandtheil der Blutflüssigkeit ist; wo aber dies doch der Fall ist, haben wir auch ein Recht vom kranken Blute

zu reden, denn jetzt hat der Organismus die Aufgabe mit der gewissermaassen freigewordenen Stromamasse der zerstörten Blutkörperchen zurechtzukommen.

Schluss.

Nachdem Rauschenbach gezeigt hatte, dass die verschiedensten Formen von Leucocyten, ferner einzellige thierische und pflanzliche Organismen unter der Einwirkung von zellenfreiem Blutplasma Fibrinferment entwickeln, nachdem Grohmann[1]) dieselben Erfahrungen mit einer Menge von Bacterien und Pilzen, Slevogt[2]) mit ausgepresstem Austernsaft und Grubert mit ausgepresstem Muskelsaft gemacht, konnte man mit Sicherheit voraussagen, dass jede Form von ursprünglichem oder modificirtem Protoplasma, sei es thierisches oder pflanzliches, Bestandtheile enthält, welche in Berührung mit Plasma unter Fermententwicklung gespalten werden und ihrerseits die Gerinnung des Plasma bewirken, welche deshalb auch, in genügender Menge in das circulirende Blut gebracht, intravasculäre Gerinnungen bewirken werden, denn es ist gar kein Grund vorhanden, a priori anzunehmen, dass das Blutplasma, welches doch, so lange es besteht, d. h. so lange die Gerinnung noch nicht eingetreten ist, den flüssigen Bestandtheil des circulirenden Blutes selbst darstellt, innerhalb des Gefässsystems nicht ebenso spaltend auf jene Protoplasmabestandtheile wirken werde, wie im Glasgefäss.

Aber daraus folgt keineswegs, dass solche Injectionen jedesmal tödtlich wirken müssen, denn es ist eine constatirte Thatsache, dass der Widerstand, welchen der Organismus den Wirkungen des Fibrinfermentes im Gefässsysteme leistet, nach dem Artencharakter sowohl, als nach der individuellen Beschaffenheit der Thiere ein sehr verschiedener ist und ebenso auch, dass die injicirten Leucocyten ihrerseits je nach ihrer Herkunft und ihrer augenblicklichen Beschaffenheit sowohl innerhalb als ausserhalb des Körpers mit sehr verschiedener Energie auf das Blutplasma wirken.

---

1) Grohmann, Ueber die Einwirkung des zellenfreien Blutplasma etc. Inaug.-Dissert. Dorpat 1884.

2) F. Slevogt, Ueber d. im Blut d. Säugethiere vorkommenden Körnchenbildungen. Inaug.-Dissert. Dorpat 1883.

Groth's Injectionsversuche und ihre Resultate bedeuten deshalb auch keine Entdeckung, sondern ziehen nur die Consequenz aus den Versuchsresultaten seiner Vorgänger. Dasselbe gilt auch von meinen hier mitgetheilten Versuchen. Groth's und meine Vorgänger haben dasjenige, was sie für die Faserstoffgerinnung ausserhalb des Circulationsapparates mit Hülfe des filtrirten Blutplasma experimentell constatirt hatten, zunächst nur hypothetisch auch auf das circulirende Blut übertragen; wir beide dagegen haben ihre Annahme experimentell geprüft und dieselbe bewährt gefunden.

Ausserdem verfolgte ich den Zweck, die Behauptung Wooldridge's, Groth beziehe die intravasculären Gerinnungen bei Injection von Lymphdrüsensaft mit Unrecht auf die Leucocyten, weil der wirksame Stoff oder die wirksamen Stoffe gelöste Bestandtheile der Zwischenflüssigkeit seien, zu entkräften. Endlich habe ich mich bemüht, einige der wesentlicheren Ergebnisse der unter der Leitung von Al. Schmidt ausgeführten Arbeiten in der meinigen zusammenzufassen.

Als Schlussresultat meiner Arbeit fühle ich mich berechtigt, Folgendes auszusagen:

1. Es ist eine nicht zu leugnende Thatsache, dass bei der Faserstoffgerinnung des Blutes, sei es ausserhalb, sei es innerhalb des Gefässsystems, die farblosen Blutkörperchen die Hauptrolle spielen.

2. Wie die farblosen Blutkörperchen wirkt jedes Protoplasma, sei es ursprüngliches oder modificirtes, sei es thierisches oder pflanzliches.

3. Die thrombosirende Wirkung des **flüssigen** Theils des ausgepressten Lymphdrüsensaftes ist entweder gleich Null oder doch nur sehr unbedeutend; aber auch diese unbedeutenden Wirkungen berechtigen mich nicht zu einer Schlussfolgerung im Sinne Wooldridge's, weil es, wenigstens in meinen Versuchen, durchaus unmöglich war, die ausgepresste Lymphdrüsenflüssigkeit ganz von aufgeschwemmten Zellen und Zellentrümmern zu befreien.

4. Eine Extraction der Zellen seitens der natürlichen Zwischenflüssigkeit erscheint zwar möglich; da aber die letztere sehr concentrirt ist und selbst von destillirtem Wasser ungeheure Quantitäten erforderlich sind, um die Zellen in Bezug auf ihre hierher gehörigen wirksamen Stoffe in einigermaassen bemerkbarer Weise zu erschöpfen, so wird jene Extraction wohl thatsächlich gleich Null sein.

Wenn wir in der Blutflüssigkeit nun doch stets einen, verhältnissmässig zwar geringen Gehalt an jenen wirksamen Stoffen, und zwar iu gelöster Gestalt finden, so erscheint es viel wahrscheinlicher, dass sie durch Zerfall und Auflösung der farblosen Blutkörperchen intra vitam, als dass sie durch Extraction seitens des hochconcentrirten Blutplasma dorthin gelangt sind.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, meinem verehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. Al. Schmidt für die liebenswürdige Unterstützung, die er mir bei der Ausführung dieser Arbeit zu Theil werden liess, an dieser Stelle meinen wärmsten Dank auszusprechen.

Ueber Fermente im normalen Harne.

Von

E. Stadelmann.

(Aus dem physiologischen Institut zu Heidelberg.)

Die Angabe, dass sich Fermente im menschlichen Harne finden, ist eine alte. Brücke wies in seinen Abhandlungen „Beiträge zur Lehre von der Verdauung" nach, dass der Harn Pepsin enthält. Später wurde von Munk[1]) Pepsin in dem Mundspeichel eines Menschen gefunden, von Kühne[2]) in den verschiedensten Secreten d. h. im Mundspeichel, im Darmsaft, im Chylus, im Blute, in der Darmschleimhaut, ja selbst im Gehirn, den Lungen, der Thyreoidea, von Brücke auch in den Muskeln. In neuerer Zeit sind die Untersuchungen über den Fermentgehalt des Harnes von Grützner[3]) und seinen Schülern Sahli[4]), Gehrig[5]), Holovtschiner[6]) aufgenommen worden, die in dem Harn nicht nur Pepsin, sondern auch Labferment, Trypsin, diastatisches Ferment nachzuweisen glaubten. Schon früher hatte Cohnheim[7]) in dem Harne ein diastatisches Ferment aufgefunden, doch liess sich ein gleiches, ebenso wie dies

1) Verhandl. d. physiolog. Gesellsch. zu Berlin 1876.

2) Verhandl. d. naturhistorisch medicin. Vereins z. Heidelberg Bd. 2.

3) Ueber den Fermentgehalt des normalen menschlichen Harnes. Breslauer ärztliche Zeitschr. 1882 Nr. 17.

4) Archiv f. Physiologie Bd. 36.

5) dasselbe Bd. 38.

6) „Ueber Ptyalin und Labferment im menschlichen Harne." Virchow's Archiv Bd. 104.

7) Zur Kenntniss d. zuckerbildenden Fermente. Virchow's Archiv. Bd. 28.

von dem Pepsin der Fall war, in den verschiedensten Flüssigkeiten, Secreten und Organen nachweisen. Bald aber wurden auch verschiedene andere Arbeiten veröffentlicht, deren Autoren mit den Resultaten obiger Untersucher nicht übereinstimmten. So wies Leo[1]) in seinen Publicationen die Befunde von Sahli, (a. a. O.) und Gehrig (a. a. O.) zurück in Bezug auf den Trypsingehalt des Harnes. Breusing[2]) wies nach, dass durch den Harn zwar Stärke in ziemlich starkem Maasse umgewandelt wird, dagegen konnte er nicht Traubenzucker in den betreffenden Untersuchungen, weder durch die Trommer'sche noch durch die Gärungsprobe auffinden, so dass er annehmen musste, dass die Stärke nur bis zu einer Vorstufe des Zuckers übergeführt werde.

Es ist ja selbstverständlich, dass der sichere Nachweis der im menschlichen Organismus wirkenden und für ihn so enorm wichtigen Fermente im normalen Harne nicht nur eine grosse physiologische, sondern auch praktische Bedeutung haben würde. Ueber den Verbleib der im Organismus die Verdauung und Assimilation der Nahrung bewirkenden und vorbereitenden Fermente ist uns ja noch wenig genug bekannt. Die Frage, ob dieselben im Körper wieder zerstört werden, oder ob sie mit den Excreten als nun weiter bedeutungslos aus dem Körper entfernt werden, ist eine noch ungelöste. Finden wir nun, dass der Harn des normalen Menschen wirklich diese Fermente enthält, dass sich, wie Grützner und seine Schüler es wollen, eine bestimmte Regelmässigkeit in der Höhe der Ausscheidung nachweisen lässt, so dass sich bestimmte Curven über den Gehalt des normalen Urins an den einzelnen Fermenten aufzeichnen lassen, so wäre dies für die Pathologie von enormer Wichtigkeit. Die Erkenntniss der Krankheiten der Unterleibsorgane, des Magens, des Darms, des Pankreas hat mit unüberwindlichen Schwierigkeiten bis jetzt noch zu kämpfen, und jeder sich darbietende Anhalt, um

1) „Ueber d. Schicksal d. Pepsins u. Trypsins im Organismus." Pflüger's Archiv. Bd. 37.

„Zur Frage der Trypsinausscheidung durch den Harn etc." Pflüger's Archiv Bd. 39.

2) „Ueber das Stärke umwandelnde Ferment im menschlichen Harne." Virchow's Archiv Bd. 107.

hier weiter zu kommen, muss nach Kräften benützt werden. Handelt es sich z. B. um eine Erkrankung des Pankreas, welche die drüsigen Theile des Organes zerstört, so wird eventuell der Trypsingehalt des Harnes schwinden oder wenigstens sinken, handelt es sich um eine Erkrankung des Magens, so wird der Pepsingehalt des Harnes vielleicht ganz fehlen oder er wird eine vom Normalen abweichende Curve zeigen. Bis jetzt aber ist der Gehalt des normalen Harnes an den einzelnen Fermenten durchaus noch nicht genügend sicher gestellt, und die Untersuchungen an pathologischen Harnen erscheinen mir zum mindesten noch verfrüht.

Die Ausbeute dieser Untersuchungen war daher auch wenig erfreulich. Mya[1]) und Belfanti gingen, gestützt auf die fremden und eigenen Untersuchungen über den Fermentgehalt des normalen Harnes an die pathologischen Verhältnisse. Sie konnten jedoch nur bei Nephritis acuta und chronica ein Fehlen von tryptischem Fermente im Harne nachweisen, bei allen übrigen Erkrankungen (mit Einschluss der schwersten Magenaffectionen und Allgemeinerkrankungen) fehlte weder Pepsin noch Trypsin im Harne. Auf den hiervon abweichenden Befund der Autoren bei der Nephritis, und die Erklärung ihrer Untersuchungsresultate bei dieser Erkrankung werde ich noch später zurückkommen. Im Gegensatz zu ihnen glaubte allerdings Leo (a. a. O.), der den Trypsingehalt des Harnes leugnet, dagegen den Pepsingehalt zugiebt, bei Magencarcinom und Ileotyphus entschiedene Abnahme, ja gänzliches Fehlen des Pepsins im Harne nachweisen zu können. Holovtschiner fand, dass die Curve, welche den Gehalt des normalen Harnes an diastatischem Ferment angiebt, eine Verschiebung erleidet, bei pathologischen Processen im Körper (besonders Magen-Darmkatarrh) in der Weise, dass hier am meisten Ferment in den Nachmittagsstunden vorhanden ist, dort dagegen in den Vormittagsstunden (resp. nach der Nahrungsaufnahme und vor der Nahrungsaufnahme). Mit diesen spärlichen Resultaten habe ich aber auch alles berichtet, was bei den Untersuchungen pathologischer Harne nach dieser Richtung sich bis jetzt ergeben hat.

---

1) „Ueber das Verhalten d. Harnfermente beim Morbus Brightii." Centralbl. f. klinische Medicin 1886 Nr. 42.

Bei der Unsicherheit der bisherigen Untersuchungsresultate, dem Auseinandergehen der einzelnen Autoren in ihren Ansichten und Befunden, bei der Wichtigkeit des Gegenstandes, erscheint eine weitere Prüfung dieser Frage mit neuen Methoden nothwendig.

I. Der Pepsingehalt des Harnes.

Folgend den Angaben von Sahli wurde zu diesen Versuchen nur Harn benützt, der kurz vor dem Mittagessen frisch entleert worden war.

Versuch I.

10 ccm Urin, zur Hälfte verdünnt, mit Salzsäure 0,2 % und gekochtem Fibrin wird mit Thymol im Ueberschuss versetzt, so dass ein Theil desselben ungelöst bleibt, und zwar werden zwei gleiche Proben angefertigt. Den 30. November werden beide Proben in den Brutofen bei einer Temperatur von 38—40° gesetzt.

den 1. December in beiden Proben das Fibrin nicht nur stark gequollen, sondern auch angegriffen,
„ 2. „ Zunahme des Zerfalles,
„ 3. „ sehr erheblicher Zerfall,
„ 5. „ Fibrin fast ganz zerfallen,
„ 7. „ Fibrin nicht nur vollkommen zerfallen, sondern auch theilweise gelöst.

Beide Proben werden filtrirt, das Filtrat mit schwefelsaurem Ammoniak gesättigt, durch welches sämmtliche Eiweissstoffe, ausser den Peptonen ausgefällt werden (Kühne), filtrirt und schliesslich im Filtrat die Biuretreaction angestellt, welche in beiden Proben unzweifelhaftes Resultat ergiebt, d. h. es hat sich aus dem Fibrin Pepton gebildet. Keine Spur von Fäulniss.

Versuch II den 3. December.

Ein zweiter Versuch wurde mit Harn in verschiedenen Verdünnungsgraden angestellt. Der frisch entleerte Harn wurde mit destillirtem Wasser versetzt, mit Salzsäure 0,2 % gemacht, diesmal nicht thymolisirt, nach Zusatz von gekochtem Fibrin in den Brutofen gesetzt.

1. Verdünnung 1:3

den 4. December Fibrin nicht nur stark gequollen, sondern auch theilweise zerfallen,
„ 5. „ Fibrin vollkommen zerfallen,
„ 8. „ Fibrin fast ganz gelöst.

2. Verdünnung 1:5

den 4. December Fibrin nicht nur stark gequollen, sondern auch theilweise zerfallen,
„ 5. „ grösstentheils zerfallen
„ 8. „ Fibrin nicht nur ganz zerfallen, sondern auch grösstentheils gelöst.

3. Verdünnung 1:4

den 4. December hauptsächlich Quellung aber auch etwas Zerfall.
„ 5. „ theilweiser Zerfall,
„ 6. „ erheblicher Zerfall,
„ 8. „ starker Zerfall und bedeutende Lösung.

4. Verdünnung 1:10.

den 4. December etwas Quellung, kaum Zerfall,
„ 5. „ sehr geringer Zerfall,
„ 6. „ ziemlich starker Zerfall
„ 8. „ vollkommener Zerfall, grösstentheils Lösung.

5. Verdünnung 1:6

den 4. December hauptsächlich Quellung, auch etwas Zerfall,
„ 5. „ Fibrin grösstentheils zerfallen,
„ 6. „ Fibrin vollkommen zerfallen,
„ 8. „ Fibrin auch grösstentheils gelöst.

6. Verdünnung 1:8

den 4. December Quellung und etwas Zerfall,
„ 5. „ sehr geringer Zerfall,
„ 6. „ ziemlich starker Zerfall,
„ 8. „ gänzlicher Zerfall und fast vollkommene Lösung.

In keiner der Proben eine Spur von Fäulniss, in jeder wird nach der obigen Methode Pepton nachgewiesen.

Versuch III den 5. December.

Derselbe wird in der gleichen Weise wie der vorige angestellt, nur wird jeder Verdünnungsprobe eine Controlprobe (stets mit a bezeichnet) zugefügt, die in der Weise angestellt ist, dass die Urinprobe vor Zusatz des gekochten Fibrins mehrere Minuten lang aufgekocht wurde.

1. Verdünnung 1 : 3

den 6. December bei a kaum Quellung,
„ b Quellung und erheblicher Zerfall,
„ 7. „ „ a keine Veränderung,
„ b Zunahme des Zerfalls,
„ 10. „ „ a keine Veränderung,
„ b fast vollkommene Lösung.

2. Verdünnung 1 : 4

den 6. December bei a nur minimale Quellung,
„ b erhebliche Quellung, bedeutender Zerfall,
„ 7. „ „ a keine weitere Veränderung,
„ b vollkommener Zerfall, bedeutende Lösung,
„ 10. „ „ a kein weiterer Effect,
„ b fast ganz gelöst.

3. Verdünnung 1 : 5.

den 6. December bei a fast keine Quellung,
„ b starke Quellung und Zerfall,
„ 7. „ „ a kein Fortschritt,
„ b vollkommener Zerfall, bedeutende Lösung.
„ 10. „ bei a kein Fortschritt,
„ b fast vollständige Lösung.

4. Verdünnung 1 : 6

den 6. December bei a ganz geringe Quellung,
„ b starke Quellung und Zerfall,
„ 7. „ „ a kein weiterer Effect,
„ b bedeutender Zerfall und Lösung,

den 10. December bei a kein weiterer Effect,
„ b fast ganz gelöst.

5. Verdünnung 1 : 7

den 6. December bei a geringe Quellung,
„ b starke Quellung, beginnender Zerfall,
„ 7. „ „ a kein Fortschritt,
„ b Zunahme von Zerfall und Lösung,
„ 10. „ „ a kein Fortschritt,
„ b vollkommener Zerfall, auch erhebliche Lösung.

6. Verdünnung 1 : 8

den 6. December bei a kaum Quellung,
„ b sehr erhebliche Quellung,
„ 7. „ „ a kein Fortschritt,
„ b beginnender Zerfall,
„ 8. „ „ a kein Fortschritt,
„ b Zunahme des Zerfalls, beginnende Lösung,
„ 10. „ „ a kein Fortschritt,
„ b fast vollkommene Lösung.

7. Verdünnung 1 : 10

den 6. December bei a kein Effect,
„ b unzweifelhafte nicht unerhebliche Quellung,
„ 7. „ „ a kein weiterer Fortschritt,
„ b beginnender Zerfall,
„ 8. „ „ a kein weiterer Fortschritt,
„ b Zunahme des Zerfalls, beginnende Lösung.
„ 10. „ „ a kein Fortschritt,
„ b fast vollkommene Lösung.

8. Probe nur mit 0,2% Salzsäure, ohne Harn

den 6. December Quellung evident,
„ 7. „ kein weiterer Fortschritt,
„ 10. „ nur Quellung, keine Spur von Zerfall.

In sämmtlichen b wird nach obiger Methode Pepton nachgewiesen. Im Ganzen scheint das Verdünnungsverhältniss 1:3 und 1:4 das zweckmässigste zu sein. In keiner Probe eine Spur von Fäulniss. Diese drei Versuche ergeben also, dass im Harne Pepsinferment vorhanden ist, das selbst in sehr bedeutenden Verdünnungen noch wirksam ist; der Zerfall von Fibrin und die Lösung desselben sowie die Peptonbildung aus demselben muss auf die Wirkung des Pepsins geschoben werden, Fäulnisswirkung ist wohl trotz absichtlichen Unterlassens von Thymolzusatz auszuschliessen. Weiter bin ich in diesen Versuchen nicht gegangen. Es genügt mir in Uebereinstimmung mit allen übrigen Untersuchern Pepsin im normalen Harne nachgewiesen zu haben. Es ist ja möglich, dass man mit der Verwendung der Methode von Sahli (a. a. O.) einen stärkeren oder geringeren Gehalt des Harnes an Pepsin wird sicherstellen können, feinere Unterschiede der verschiedenen Harne nachzuweisen wird aber wohl kaum gelingen, weil es selbst bei den so verschiedenen Verdünnungen, die ich anwandte, mit Mühe gelang, Unterschiede in der Pepsinwirkung herauszufinden. Da wir nun Pepsin bekanntlich in allen Secreten des menschlichen Körpers, im Gehirn, ja selbst den Muskeln finden, so ist auf den Fermentgehalt des Harnes nach dieser Richtung hin wenig zu geben. Ausserdem möchte ich dringend warnen, zu weiteren Versuchen ungekochtes Fibrin zu verwenden, denn da Fibrin die Fähigkeit hat, und an derselben ist ja kaum mehr zu zweifeln, Pepsin aufzunehmen, da aber Pepsin sich auch im Blute findet, so wird das angewandte ungekochte Fibrin selbstverständlich schon mehr weniger mit Pepsin beladen sein und zu bedeutenden Fehlerquellen Veranlassung geben. Schliesslich stimmen Mya und Belfanti (a. a. O.) und Leo (a. a. O.) in ihren Befunden an pathologischen Harnen nicht überein, die ersteren vermissen Pepsin nirgends, der letztere dagegen konnte es bei schweren Magenaffectionen nicht nachweisen.

II. Der Trypsingehalt des Harnes.

Beim Arbeiten mit tryptischem Ferment und beim Suchen nach tryptischem Fermente in irgend einer Lösung, kommt es vor allem

darauf an, die Fäulniss mit Sicherheit auszuschalten; dieses gelingt nicht schwer, wenn man die betreffenden Lösungen genügend desinficirt, und am besten eignet sich hierzu, nach den Untersuchungen von Kühne, das Thymol, welches man entweder in Stücken oder in concentrirter alkoholischer Lösung der betreffenden Flüssigkeit zusetzt. Fraglich ist nur, ob das Thymol nicht die Thätigkeit des Trypsins zu stören oder sogar aufzuheben vermag, und nach dieser Richtung hin mussten vorerst orientirende Versuche angestellt werden.

Versuch I.

Ein Pankreasinfus, nach Kühne dargestellt, wird auf seine tryptische Kraft geprüft, und es zeigt sich, dass von ihm in alkalischer Lösung Fibrin in 4—5 Min. im Brutofen verdaut wird. Dasselbe Infus mit Thymol kalt gesättigt verdaut in 5 Min., mit Thymol warm gesättigt verdaut in 4½ Min.

Jedenfalls ist also die Kraft des Infuses durch das Thymolisiren nur spurweise aufgehalten.

Versuch II.

Die Trypsinlösung wird mit Thymol warm gesättigt und mit einem weiteren Ueberschuss von Thymol vier Tage lang im Brutofen stehen gelassen, dann filtrirt und das Filtrat mit rohem Fibrin geprüft. Die Flocke zerfällt in 6 Min., ist nach 15 Min. in feine Fasern zerfallen; also vielleicht sehr geringe Verlangsamung der Wirkung durch lange Einwirkung von Thymol im Ueberschuss.

Doch wie verhalten sich schwächere Trypsinlösungen gegenüber der Thymoleinwirkung?

Versuch III.

Obiges Pankreasinfus wird verdünnt 1 : 9 und 0,25 % mit Sodalösung versetzt.

1. kalt mit Thymol gesättigt } + rohes Fibrin
2. warm „ „ „ }

Anfangs ist die Wirkung in beiden Proben eine gleichmässige, nach 20 Min. ist die Flocke beiderseits angegriffen, dann wird die Wirkung des Trypsins bei 2 langsamer. Nach zwei Stunden ist die Flocke in 1 ganz zerfallen und fast aufgelöst, in 2 nicht

einmal zerfallen, wenn auch recht erheblich angegriffen. Also eine unzweifelhaft bedeutend verlangsamte Wirkung des Trypsins bei Zusatz grosser Thymolmengen.

Versuch IV.

Es werden wiederum von dem verdünnten Pankreasinfus 1:9, welches mit Sodalösung 0,25% gemacht wurde, verschiedene Proben angefertigt und zwar:

1. kalt mit Thymol gesättigt und gekochtes Fibrin,
2. warm mit Thymol gesättigt und rohes Fibrin,
3. kalt mit Thymol gesättigt und rohes Fibrin,
4. nur Spuren von Thymol und rohes Fibrin.

Der Versuch beginnt den 19. um 3 Uhr 40 Min. Ueber den Verlauf giebt die folgende kleine Tabelle Aufschluss.

	4 Uhr 5 Min.	4 Uhr 40 Min.	5 Uhr	6 Uhr	7 Uhr	8 Uhr
1	0	0	0	0	0	0
2	gequollen	gequollen	beginnender Zerfall	nicht viel weiter als vorher	stärkerer Zerfall an d. Oberfläche der Flocke	die einzelnen Flocken zeigen grösstentheils noch Zusammenhang
3	gequollen	stärker gequollen	etwas stärkerer Zerfall als bei 2	Wirkung deutlich intensiver als bei 2	deutlicher Zerfall, Flockenbildung	in kleine Flocken zerfallen, grösstentheils gelöst
4	beginnender Zerfall	zerfallen	zerfallen, theilweise gelöst	bis auf wenige Flocken gelöst	nur noch minimale Flöckchen	gelöst bis auf verschwindende Mengen

Um 9 Uhr wenig Veränderung; den 20. bei 1 auf Zerdrücken grober Zerfall und Trübung der Flüssigkeit, bei 2 theilweise Lösung, viele feine Fasern, bei 3 und 4 alles gelöst.

Wir müssen aus diesem Versuche folgern, 1. dass die Einwirkung des Trypsins auf gekochtes Fibrin eine sehr erheblich verlang-

samte ist gegen die auf rohes Fibrin, 2. dass Thymolzusatz je nach der Menge die Trypsinwirkung aufhält, jedoch nicht verhindert.

Versuch V.

Das gebrauchte Pankreasinfus bringt rohes Fibrin nach 5 Min. zum Zerfall, nach 12 Min. ist es ganz hin, es besteht nur noch eine Trübung in der Lösung.

Gekochtes Fibrin ist in dem Infus selbst nach 12 Min. noch vollkommen resistent gegen Zerdrücken; nach 32 Min. fängt es an beim Zerdrücken zu zerfallen; nach zwei Stunden ist es zerfallen, es sind nur noch starke Fuseln übrig geblieben.

Das Resultat dieses Versuches stimmt also mit dem vorigen vollkommen überein.

Versuch VI.

Das Pankreasinfus wird in verschiedenen Verdünnungen mit Thymol versetzt und gekochtes Fibrin hinzugethan. Den 18. Mai

1. Infus und Wasser zu gleichen Theilen,
2. 2 Theile Infus, 5 Theile Wasser,
3. 2 „ „ 10 „ „
4. 1 „ „ 10 „ „

Den 19. Mai schon in allen Proben sehr erheblicher Effect. Zerfall und Zerbröckelung des Fibrins in verschiedenen Graden, je nach dem Gehalte der Probe an Trypsin. Aber auch bei der schwächsten Probe, d. h. bei 4, ist unzweifelhafter Zerfall zu erkennen. Es wird zu jeder Probe noch mehr Thymol und weiteres gekochtes Fibrin hinzugethan, das in allen Proben allmählich zerfällt. Den 27. werden sämmtliche Proben verarbeitet. In jeder selbst in 3 und 4 leichter Zerfall des letzten Fibrins auf Schütteln. In keiner der Proben Fäulniss, keine gibt Indolreaction, in jeder ist viel Pepton (nach obiger Methode) nachzuweisen. Das Filtrat eingedampft, mit Alkohol extrahirt, nach Verdampfen des Alkohols mit wenig Wasser aufgenommen giebt angesäuert und mit Bromwasser versetzt reichlich den bei der Trypsinverdauung auftretenden bekannten sog. Bromkörper (mit Bromwasser aus der sauren wässrigen Lösung roth gefärbt ausfallend).

Nach diesen vorläufigen Versuchen ging ich zu den Experimenten am Harne selbst über; dieselben wurden anfangs derartig angestellt,

dass der frisch entleerte Harn in einzelnen je 10 ccm enthaltenden Proben nach Thymolzusatz und Neutralisation 0,25% mit Sodalösung versetzt in einem mit Kork verschlossenen Gläschen im Brutofen beobachtet wurde.

Versuch VII den 20.

Urin bis Mittag entleert = V.
Urin nach dem Mittagessen = N.
1. V mit Thymol kalt gesättigt und rohes Fibrin,
2. V „ „ in der Wärme gesättigt und rohes Fibrin,
3. N „ „ kalt gesättigt und rohes Fibrin,
4. N „ „ in der Wärme gesättigt und rohes Fibrin,
5. V „ „ in der Wärme gesättigt und gekochtes Fibrin.

Am 21. in 1—4 wenig von Effect zu sehen, 5 absolut unverändert. In den nächsten Tagen bis zum 26. langsam fortschreitender Zerfall in 1—4, so dass am 26. in allen vier Proben das Fibrin zerfallen und theilweise gelöst ist, in 5 dagegen ist auch am 26. noch kein Einfluss auf das Fibrin zu sehen.

Versuch VIII den 13.

1. V + Thymol im Ueberschuss + rohes Fibrin,
2. N + „ „ „ + „ „
3. V ohne Thymol + rohes Fibrin (gestopft mit demselben),
4. N „ „ + „ „ „ „ „

Am 14. ist in 3 und 4 das Fibrin fast ganz zerfallen; den 15. vollkommen zerfallen und fast gelöst, bei 1 und 2 auch am 15. kein Effect.

Versuch IX den 21.

1. V mit Thymol kalt gesättigt + gekochtes Fibrin,
2. V „ „ „ „ Urin gekocht } + rohes Fibrin.
3. N „ „ „ „ „ „ }

Den 22. in keiner der Proben ein deutliches Resultat, den 23. ist in 3 das Fibrin flockig zerfallen, in 2 erheblich angegriffen, in 1 kein Effect. In den späteren Tagen bleibt es bei dem flockigen Zerfall in 2 und 3, während bei 1 auch am 26. noch kein Einfluss auf das Fibrin zu sehen ist.

Aus diesen Versuchen können wir folgende Schlüsse ziehen:

1. Frischer Urin selbst stark thymolisirt bringt rohes Fibrin zum Zerfall, 2. gekochter Urin stark thymolisirt hat denselben Einfluss auf rohes Fibrin, 3. frischer Urin, stark thymolisirt, hat auf gekochtes Fibrin absolut keinen Einfluss, dasselbe ist selbst nach sechs Tagen absolut nicht angegriffen oder verändert. Demnach müssen wir annehmen: entweder ist die Menge von Trypsin, welche in dem normalen Urine enthalten ist, so gering, dass sie nicht im Stande ist, das widerstandsfähige gekochte Fibrin anzugreifen, oder selbst durch das Kochen des Urines zugleich mit dem Thymolisiren wird eine Substanz nicht zerstört, die rohes Fibrin zum Zerfallen bringt, oder schliesslich es werden selbst in dem gekochten und thymolisirten Urin nach Hineinbringen von rohem Fibrin Fäulnissvorgänge nicht aufgehalten, die stark genug sind, um das rohe Fibrin zum Zerfall zu bringen, jedoch nicht stark genug, um allgemeine Fäulniss der Probe hervorzurufen. Um diese angeregten Fragen zur Entscheidung zu bringen, wird von jetzt an folgende Versuchsanordnung gewählt. Die ganze Menge des entleerten Urines wird unter Thymolzusatz bei einer Temperatur bis zu 40° eingedampft bis fast zur Trockne, dann mit Alkohol extrahirt, filtrirt, der Rückstand, der ja das fragliche Trypsin enthalten musste, in Wasser gelöst, neutralisirt, 0,25% mit Sodalösung versetzt und wie vorher nach Thymolisiren im Brutofen weiter beobachtet in Gläschen, die mit einem Kork verschlossen waren.

Versuch X.

100 ccm Urin vom Vormittag in obiger Weise verarbeitet mit frischem rohen Fibrin 0,25% Sodalösung, mit Thymol kalt gesättigt, den 12. Februar in den Brutofen gesetzt. Den 15. ist das Fibrin zerfallen, die Flüssigkeit riecht aber etwas faulig, giebt starke Indolreaction (Rothfärbung beim Kochen nach Zusatz von Salzsäure und Nitrit), keine Bromreaction, kein Pepton enthaltend.

Versuch XI.

200 ccm Urin vom Nachmittag den 6. Februar in den Brutofen, mit Thymol kalt gesättigt, rohes Fibrin. Das Fibrin zerfällt langsam, es wird mehrmals erneuert, Fäulnissgeruch ist nicht wahrzunehmen; den 15. wird das Filtrat der Proben verarbeitet, das-

selbe giebt zweifelhafte Indolreaction, und es findet sich in ihm viel Pepton, selbst Leucin und Tyrosin, die Bromreaction bleibt unsicher.

Versuch XII.

Eine weitere Probe desselben Harnes, der zu XI benutzt wurde wird mit gekochtem Fibrin versetzt, die übrigen Bedingungen bleiben dieselben. Den 15. Februar noch keine Spur von Zerfall des Fibrins, ebensowenig den 17. Beim Verreiben zerfällt das Fibrin nicht, das Filtrat ist ganz klar, ergiebt keine Indolreaction, keine Bromreaction (selbst nicht nach Abdampfen, Extrahiren mit Alkohol, Aufnehmen mit Wasser), enthält kein Pepton.

Versuch XIII.

180 ccm Harn vom Nachmittag den 15. Februar in den Brutofen gestellt.

a) Gekocht, dann Thymol, frisches rohes Fibrin 0,25 % mit Sodalösung. Die eine Probe am 19. schon deutlich faulig, in den übrigen zwei, in denen das Fibrin stark zerfallen ist, findet sich eine geringe Menge Pepton, Indolreaction bleibt zweifelhaft, keine Bromreaction.

b) Gekocht, dann mit gekochtem Fibrin, im Uebrigen = a, den 22. noch kein Effect auf das Fibrin, ebensowenig den 24. In dem Filtrate kein Pepton, keine Bromreaction, keine Indolreaction.

Versuch XIV den 18. Februar.

230 ccm Urin in der angegebenen Weise verarbeitet. Es werden vier Proben gemacht, alle mit gekochtem Fibrin. Den 24. noch kein Effect, ebensowenig den 26. Im Filtrat weder Pepton noch Bromreaction.

Versuch XV.

220 ccm Urin V. und N. verarbeitet den 23. Februar in den Brutofen, ganz frisches rohes Fibrin; Thymol.

Den 24. schon theilweise zerfallen, den 26. recht starker Zerfall, den 1. März verarbeitet, riecht nicht faul, giebt aber im Filtrat starke Indolreaction. Pepton reichlich. Leucin und Tyrosin, Bromreaction werden nicht gefunden.

Versuch XVI.

180 ccm Urin vormittags entleert, am 24. verarbeitet;

a) gekocht nachdem mit Thymol und Soda versetzt ist, dabei entsteht Trübung durch Ausfallen der Phosphate, von der abfiltrirt wird; frisches rohes Fibrin.

Den 20. wenig Effect, den 1. und den 3. März kein Effect, der Versuch wird abgebrochen;

b) gekocht, dann erst mit Sodalösung 0,25% alkalisirt und Thymol.

Den 1. März noch kein Effect, den 3. März zerfällt das Fibrin auf Schütteln;

c) gekocht mit Thymol und Sodalösung zusammen, von den Phosphaten wird nicht abfiltrirt.

Den 1. März noch kein Effect, den 3. März auf Schütteln flockiger Zerfall des Fibrins.

In den Filtraten von b und c spurweise aber sicher Pepton, kein Leucin oder Tyrosin, keine Bromreaction, in a nichts.

Versuch XVII.

270 ccm Urin von vor- und nachmittags verarbeitet, den 12. Mai in den Brutofen, Thymol wird im Ueberschuss zugesetzt, ausserdem rohes Fibrin, das lange unter Thymol aufbewahrt gewesen ist.

Den 14. noch kein Effect, ebensowenig den 17. und den 21. Das herausgenommene Fibrin zerfällt nicht beim Zerdrücken, das Filtrat giebt keine Indolreaction, enthält kein Pepton, Bromreaction auch nicht in dem Alkoholextract.

Um etwaige Fäulniss noch sicherer zu vermeiden, wird von jetzt an die Versuchsanordnung in der Weise getroffen, dass die Gläschen, in denen die Urinproben aufgenommen werden sollen, mit Watte verschlossen und 1—2 Stunden lang bei einer Temperatur von über 150° sterilisirt werden.

Versuch XVIII.

350 ccm Urin von vor- und nachmittags, den 17. Mai in den Brutofen gesetzt.

a) Ueberschuss an Thymol, rohes Fibrin,

b) mit Thymol nur kalt gesättigt, rohes Fibrin,

c) „ „ „ „ „ gekochtes Fibrin,

d) Ueberschuss von Thymol, gekochtes Fibrin,

e) Probe gekocht, mit Thymol kalt gesättigt, rohes Fibrin,

f) „ „ „ „ „ „ gekochtes Fibrin

bis zum 25. Mai ist in sämmtlichen Proben kein deutlicher Effect zu sehen. Herausgenommen und zerrieben zerfällt das Fibrin schwer in den Proben a, leicht in b und e, gar nicht in c, d, f. Keines der Filtrate giebt Indolreaction, keines enthält Pepton.

Aus den letzten Versuchen können wir verschiedene weitere Schlüsse ziehen. 1. Rohes, frisches, selbst unter Thymol aufbewahrtes Fibrin wird von der wässerigen Lösung des in Alkohol unlöslichen Theiles des Harnes derart angegriffen, dass es in grobe Flocken zerfällt, spontan oder beim Zerreiben. 2. Es ist fraglich, ob dies stets Folge der Fäulniss ist, oder des Einwirkens der in der Lösung enthaltenen organischen oder unorganischen Stoffe, jedenfalls ist es nicht die Wirkung von Trypsin, denn in dem Filtrat der Verdauungsproben findet sich weder Pepton noch giebt dasselbe die Bromreaction. 3. Fäulniss ist nicht absolut sicher auszuschliessen, wenn man rohes Fibrin nimmt und die Verdauungsprobe selbst stark thymolisirt (kalt gesättigt), denn hin und wieder gibt das Filtrat derselben sichere Indolreaction. 4. Der oder die auf das rohe Fibrin einwirkenden Stoffe werden in ihrer Wirkung durch Kochen der Verdauungsprobe nicht unwirksam gemacht, ebensowenig ist durch Kochen der Verdauungsflüssigkeit und Thymolisiren mit Sicherheit Fäulniss der Proben zu vermeiden, dieselbe wird demnach durch Mikrococcen verursacht, die mit dem rohen Fibrin in die Verdauungsproben hineingebracht werden. 5. Gekochtes Fibrin wird nach gründlichem Thymolisiren absolut nicht von dem in Alkohol unlöslichen Theile des Harnes angegriffen, es zerfällt auch nicht beim Verreiben, selbst nachdem es bis zu 10 Tagen im Brutofen mit obigen Verdauungsproben gestanden hat.

Versuch XIX.

180 ccm Urin vom Vormittag in der früher beschriebenen Weise verarbeitet, den 1. Juni in den Brutofen,

a) Ueberschuss von Thymol, ungekochtes Fibrin,

b) „ „ „ gekochtes Fibrin,

c) „ „ „ „ „ + 1 Tropfen Trypsininfus.

d) kalt gesättigt mit Thymol, gekochtes Fibrin,

e) „ „ „ „ „ „ + 2 Tropfen Trypsininfus,

f) kalt gesättigt mit Thymol, ungekochtes Fibrin.

Den 9. Juni werden die Verdauungsproben weiter verarbeitet. Es ergab sich bei a leichter Zerfall des Fibrins beim Zerreiben, keine Bromreaction, keine Indolreaction, kein Pepton, bei b kein Zerfall des Fibrins beim Zerreiben, bei c ziemlich schwerer Zerfall des Fibrins beim Zerreiben, kein Pepton, keine Indolreaction, keine Bromreaction, bei d absolut kein Zerfall des Fibrins beim Zerreiben, bei e ziemlich leichter Zerfall des Fibrins beim Zerreiben, keine Indolreaction, vielleicht Bromreaction, unzweifelhaft Pepton, bei f leichter Zerfall beim Zerreiben, schwache Indolreaction, unzweifelhafte Bromreaction, ziemlich reichlich Pepton.

Versuch XX.

260 ccm Urin vom Vormittag wie früher verarbeitet und den 12. Juni in den Brutofen gesetzt, stets gekochtes Fibrin.

a) + Thymol im Ueberschuss,

b) + „ „ „ + 5 Tropfen Trypsininfus,

c) + Thymol kalt gesättigt + 5 „ „

d) + „ mittlere Menge + 5 „ „

den 22. werden sämmtliche Proben verarbeitet, an denen ein deutlicher Zerfall des Fibrins nicht zu sehen ist, und ergeben folgende Resultate: a kein Zerfall des Fibrins beim Zerreiben, keine Indolreaction, b schwerer Zerfall beim Zerreiben, keine Indolreaction, c leichter Zerfall beim Zerreiben, zweifelhafte Bromreaction (auch in Alkoholextract) keine Indolreaction, geringe Mengen Pepton, d schwerer Zerfall beim Zerreiben, keine Indolreaction.

Versuch XXI.

170 ccm Urin vom Vormittag den 25. Juni verarbeitet und in den Brutofen, das übrige Verfahren gleich dem bei den vorigen Versuchen. Nur gekochtes Fibrin,

a) + Thymol im Ueberschuss,

b) + „ „ „ + 12 Tropfen Trypsininfus,

c) + „ kalt gesättigt + 12 „ „

d) + „ in mittlerer Menge + 12 „ „

den 6. Juli werden sämmtliche Proben, die keine Spur von Fäulniss zeigen, keine Indolreaction geben, mit folgendem Resultate verarbeitet: a kein Zerfall beim Zerreiben, b ziemlich leichter Zerfall beim Zerreiben, schwache Peptonreaction, c leichter Zerfall des Fibrins beim Zerreiben, reichlich Pepton, d leichter Zerfall beim Zerreiben, reichlich Pepton. Ausserdem ergaben c und d auch noch die Bromreaction, b jedenfalls nicht sicher.

Versuch XXII.

290 ccm Harn vom Vormittag verarbeitet, den 16. Juli in den Brutofen, nur gekochtes Fibrin.

a) + Ueberschuss von Thymol,
b) + „ „ „ + 50 Tropfen Trypsinlösung,
c) + kalt gesättigt mit Thymol + 50 „ „
d) + mittlere Thymolmenge + 50 „ „
e) kalt gesättigt mit Thymol ohne Trypsin,
f) 50 Tropfen Trypsinlösung in der gleichen Menge 0,25% Sodalösung + Ueberschuss von Thymol.

Schon den 17. in f deutlicher beginnender Zerfall, der immer mehr zunimmt. Den 27. Juli, an welchem Tage die Proben verarbeitet werden, ist das Fibrin in f vollkommen zerfallen. Im Filtrat schöne Bromreaction, viel Pepton, keine Indolreaction; in a kein Zerfall des Fibrins beim Zerreiben, in b mässig leichter Zerfall beim Zerreiben, bei c der Zerfall leichter als bei b, in d Zerfall gleich b, in e kein Zerfall. In den Proben b, c, d schöne Bromreaction, keine Indolreaction, viel Pepton.

Es ergiebt sich also aus diesen Versuchen das unzweifelhafte Resultat, dass, wenn man Urin bei 40° abdampft, mit Alkohol extrahirt, den in Alkohol unlöslichen Niederschlag in Wasser löst, genügend thymolisirt, 0,25% mit Soda alkalisch macht und dann gekochtes Fibrin hinzuthut, dieses selbst nach 10 Tagen im Brutofen nicht angegriffen wird. Ja noch mehr, der in Alkohol unlösliche Niederschlag des Urins hat die Fähigkeit, die Wirkung von zugesetzter Trypsinlösung aufzuhalten oder sogar zu hindern. Während 50 Tropfen des Trypsininfuses in 0,25% Sodalösung im Stande sind, schon bis zum nächsten Tage das gekochte Fibrin zum Zerfall zu bringen, äussert sich die Trypsinwirkung in dem in Wasser

gelösten Alkoholniederschlage erst nach mehreren Tagen und auch dann nur unvollkommen. Dieselbe Fähigkeit, wenn auch in geringerem Maasse, besitzt auch der frisch entleerte Urin, was aus dem folgenden Versuche hervorgeht.

Versuch XXIII.

Von einem frisch, kurz vor dem Mittagessen entleerten Urine werden je 10 ccm unter starkem Thymolisiren und Zusatz von gekochtem Fibrin den 16. November in den Brutofen gesetzt.

1. normaler frischer Urin + Thymol + gekochtes Fibrin,
2. „ „ „ + „ + „ „ + 40 Tropfen Trypsininfus,
3. Urin frisch + Thymol + gekochtes Fibrin + 30 Tropfen Trypsininfus,
4. Urin frisch + Thymol + gekochtes Fibrin + 20 Tropfen Trypsininfus,
5. Urin frisch + Thymol + gekochtes Fibrin + 10 Tropfen Trypsininfus,
6. Urin frisch + Thymol + gekochtes Fibrin + 5 Tropfen Trypsininfus,
7. 0,25% Sodalösung + Thymol + gekochtes Fibrin + 10 Tropfen Trypsininfus,
8. 0,25% Sodalösung + Thymol + gekochtes Fibrin + 5 Tropfen Trypsininfus.

Den 17. November in 1 = 0 Effect, in 2 vielleicht beginnender Zerfall, in 3 = 0, in 4 = 0, in 5 = 0, in 6 = 0, in 7 unzweifelhafter beginnender Zerfall, in 8 geringer aber deutlicher Zerfall.

Den 18. November in 1 = 0, in 2 beginnender Zerfall deutlich, aber nur sehr grobe Fasern, in 3 nichts Sicheres, in 4 nichts Sicheres, in 5 = 0, in 6 = 0, in 7 deutlicher aber grober Zerfall, in 8 wenig Zunahme des Zerfalls.

Den 19. November in 1 = 0, in 2 deutlicher grober Zerfall, in 3 nichts Sicheres, in 4 = 0, in 5 = 0, in 6 = 0, in 7 Zunahme des Zerfalls, in 8 Zunahme des Zerfalls.

Den 20. November in 1 = 0, in 2 Zerfall nimmt zu, in 3 nichts Sicheres, jedenfalls nur minimaler Zerfall, in 4 nichts Sicheres,

in 5 nichts Sicheres, in 6 = 0, in 7 Zerfall wird immer stärker, in 8 auch hier weitere Zunahme des Zerfalls.

Den 21. November in 1 = 0, in 2 zwar Zunahme des Zerfalls, aber immer nur noch grobe Flocken, in 3 Zerfall sehr gering aber deutlich, in 4 Zerfall scheint zu beginnen, in 5 vielleicht minimale Einwirkung, in 6 = 0, in 7 fast vollkommener feiner Zerfall, in 8 starker meist grober Zerfall.

Den 23. November in 1 = 0, in 2 immer noch lediglich grober Zertall, in 3 deutlicher grober Zerfall, in 4 sicherer Beginn des Zerfalls, in 5 nichts Sicheres, in 6 = 0, in 7 feiner Zerfall und Lösung, in 8 nur grobe Flocken und Bröckel.

Den 24. November in 1 = 0, in 2 Zerfall beim Zerreiben in feine Fasern und Bröckel, in 3 sehr grober Zerfall, auch beim Zerreiben nur Zerfall in grobe Brocken, in 4 beim Zerreiben entschiedener leichter Zerfall in recht grobe Brocken, in 5 beim Zerreiben schwerer Zerfall, in 6 kein Zerfall beim Zerreiben, in 7 feiner Zerfall und grösstentheils Lösung, in 8 sehr leichter Zerfall beim Zerreiben selbst in feinere Brocken.

In den Filtraten von 2, 3, 7 und 8 Bromreaction und Pepton, in 4 geringe Menge Pepton, in 5 und 6 nichts Sicheres. In keiner der Proben Fäulniss, keine giebt Indolreaction.

Es verhält sich also frischer Harn + 50 Tropfen Trypsininfus, gleich einer Sodalösung + 10 Tropfen Trypsininfus in seiner Wirkung oder vielmehr er erreicht dieselbe nicht einmal.

Es wurde nunmehr diese Methode, die darauf hinzielte, die etwaigen im Urin vorhandenen geringen Mengen von Trypsin in concentrirterer Lösung zu vereinigen und so wirksam zu machen, nachdem festgestellt worden war, dass im frischen Urin mit Sicherheit kein Trypsin nachweisbar sei, verlassen. Unter Verwendung der gemachten Erfahrungen wurde folgende neue Methode eingeschlagen, die dasselbe Princip verfolgte. Schwefelsaures Ammoniak hat nach Kühne die Fähigkeit, Pepsin sowohl wie Trypsin aus Lösungen niederzuschlagen, man vermeidet möglichst einen zu grossen Ueberschuss von schwefelsaurem Ammoniak, doch muss man andererseits auch sicher sein, dass die Lösung mit schwefelsaurem Ammoniak gesättigt ist. Dann wird filtrirt, durch Umrühren und sich

Senken lassen der Niederschlag möglichst von dem ungelösten schwefelsauren Ammoniak, das rasch wieder auf den Boden des Gefässes zurückfällt, getrennt, der Niederschlag auf dem Filter mit absolut gesättigter Lösung von schwefelsaurem Ammoniak gewaschen, und schliesslich der Filterrückstand, der dann auch das fragliche Trypsin enthalten muss, mit möglichst wenig Wasser gelöst und zu den weiteren Verdauungsversuchen verwendet.

Versuch XXIV.

Den 1. Juni ca. 350 ccm Urin vom Vor- und Nachmittag in oben angegebener Weise verarbeitet. Die späteren Verdauungsversuche wurden stets wie früher angestellt, das heisst in 0,25% mit Sodalösung versetzter stark thymolisirter Flüssigkeit. Die Gläschen und der Watteverschluss wurden vorher stets ausgiebig sterilisirt, die einzelnen Gläschen fassten je 10 ccm.

a) Ueberschuss von Thymol, gekochtes Fibrin,
b) „ „ „ „ „ und 1 Tropfen Trypsininfus,
c) Ueberschuss von Thymol, gekochtes Fibrin und 2 Tropfen Trypsininfus,
d) Ueberschuss von Thymol, ungekochtes Fibrin.

Den 12. Juni. Nur bei d leichter Zerfall des Fibrins beim Zerreiben, bei c schwerer Zerfall, bei a und b keiner. In keiner der Proben Fäulniss, in keiner Bromreaction oder Indolreaction, in keiner Pepton. Auch hier schien also eine das Trypsin hindernde Substanz wirksam zu sein, eine Vermuthung, die durch den folgenden Versuch als sicher bestätigt wurde.

Versuch XXV.

180 ccm Urin vom Vormittag in oben angegebener Weise verarbeitet, den 12. October in den Brutofen, die mit a bezeichneten Gläschen enthalten keine Lösung des Niederschlages, sondern nur 0,25% Sodalösung.

1. Thymol im Ueberschuss, gekochtes Fibrin,
2. „ „ „ „ „
3. „ „ „ „ „ + 40 Tropfen Trypsinlösung,

3a. Thymol im Ueberschuss, gekochtes Fibrin + 40 Tropfen Trypsinlösung,
4. Thymol im Ueberschuss, gekochtes Fibrin + 30 Tropfen Trypsinlösung,
4a. Thymol im Ueberschuss, gekochtes Fibrin + 30 Tropfen Trypsinlösung,
5. Thymol im Ueberschuss, gekochtes Fibrin + 20 Tropfen Trypsinlösung,
5a. Thymol im Ueberschuss, gekochtes Fibrin + 20 Tropfen Trypsinlösung,
6. Thymol im Ueberschuss, gekochtes Fibrin + 10 Tropfen Trypsinlösung,
6a. Thymol im Ueberschuss, gekochtes Fibrin + 10 Tropfen Trypsinlösung,
7. Thymol im Ueberschuss, gekochtes Fibrin + 5 Tropfen Trypsinlösung,
7a. Thymol im Ueberschuss, gekochtes Fibrin + 5 Tropfen Trypsinlösung.

Den 13. October in allen mit a bezeichneten Gläschen mehr minder starker Zerfall des Fibrins, selbst in 7a, dagegen in Nr. 1 bis 7 keine Spur von Zerfall.

Den 14. October. In den Gläschen 3—6 beginnender aber geringer Zerfall, in 7 noch nichts, in 3a—5a vollkommener Zerfall, in 6a und 7a nicht unerheblicher Zerfall, alles in allmählicher Abstufung je nach der Menge des zugesetzten Trypsininfuses, in 1 und 2 absolut kein Effect.

Den 15. October bei 3, 4, 5 fortschreitender langsamer Zerfall, auch bei 6 Beginn des Zerfalls, bei 7 = 0, bei 3a, 4a, 5a vollkommener Zerfall, bei 6a fast vollkommener, bei 7a recht bedeutender, bei 1 und 2 = 0.

Den 16. October von den mit a bezeichneten Gläschen ist der Zerfall nur noch bei 7a nicht vollkommen; bei 3—5 fortschreitender Zerfall, bei 6 minimaler Zerfall, bei 7 kein Einfluss, bei 1 und 2 = 0.

Den 18. October bei 3, 4, 5 schreitet Zerfall und Lösung weiter vor, doch ist der Zerfall in der Hauptsache nur noch ein grober,

bei 7 noch kein Effect, ebensowenig bei 1 und 2, bei 6 kein Fortschritt.

Den 20. October Resultat kaum verändert, bei 1 und 2 noch kein Effect, bei 3, 4, 5 gröberer Zerfall, abnehmend an Intensität von 3—5, bei 6 Spuren von Zerfall, bei 7 = 0. Versuch wird abgebrochen.

Es war nunmehr zu untersuchen, woher bei dieser Versuchsanordnung die Verzögerung resp. Hemmung der Trypsinwirkung kam. In dem Niederschlag, der durch Ausfällen des Harnes mit schwefelsaurem Ammoniak zu Stande kam, fanden sich harnsaure Salze, besonders harnsaures Ammonium, Phosphate, Harnfarbstoffe und zwar dunkle, braune, amorphe, flockig ausfallende Massen, schwefelsaures Ammoniak. Zuerst wurde eine Methode gesucht, um die harnsauren Salze, auf die sich der Hauptverdacht richtete, zu entfernen, und nach langem Probiren erwies sich folgende Methode als die zweckmässigste. Der frisch entleerte, abgekühlte Urin wurde mit 10 % Chlorammoniumlösung (gesättigt) versetzt, dann mit kohlensaurem Natron mässig aber deutlich alkalisch gemacht, bis die Phosphate ausfielen, und schliesslich wurde mindestens eine Stunde noch Kohlensäure durchgeleitet.

Von den am nächsten Tage ausgefallenen harnsauren Salzen wurde abfiltrirt. Leider gelang es auch mit dieser Methode nicht, sämmtliche harnsauren Salze zu entfernen.

Versuch XXVI.

Aus 300 ccm Urin werden nach der eben angegebenen Methode die harnsauren Salze ausgefällt. Das Filtrat wird wie früher mit schwefelsaurem Ammoniak behandelt. Der dadurch ausgefällte ziemlich reichliche braune, amorphe Niederschlag wird dann weiter verarbeitet, in 0,25 % Sodalösung gelöst, den 25. October in den Brutofen gesetzt.

1. Thymol im Ueberschuss + gekochtes Fibrin,
2. „ „ „ + „ „
3. „ „ „ + „ „ + 30 Tropfen Pankreasinfus,
4. Thymol im Ueberschuss + gekochtes Fibrin + 20 Tropfen Pankreasinfus,

5. Thymol im Ueberschuss + gekochtes Fibrin + 10 Tropfen Pankreasinfus,
6. Thymol im Ueberschuss + gekochtes Fibrin + 5 Tropfen Pankreasinfus,
7. Thymol im Ueberschuss + gekochtes Fibrin + 40 Tropfen Pankreasinfus,

Den 26. October in keiner der Proben irgend ein Effect auf das Fibrin.

Den 27. October langsamer Zerfall in 3, 4 und 7, Andeutung von Zerfall vielleicht auch in 5, bei 1, 2, 6 kein Effect.

Den 2. November grober Zerfall bei 3, 4 und 7, bei 7 am stärksten, Spuren von Zerfall bei 5, bei 1, 2 und 6 = kein Effect.

Versuch XXVII.

Aus 230 ccm Urin die harnsauren Salze ausgefällt. Das Filtrat mit schwefelsaurem Ammoniak behandelt. Es fällt wieder ein dunkelbrauner, ziemlich reichlicher amorpher Niederschlag aus, der aber keine Murexidprobe giebt, also keine harnsauren Salze mehr enthält.

Den 18. November wieder in der bisherigen Weise verarbeitet, stark thymolisirt, in den Brutofen gesetzt.

1. gekochtes Fibrin + 30 Tropfen Pankreasinfus, in 0,25% Sodalösung,
2. gekochtes Fibrin, vor Zusetzen des Fibrins gekocht, nach dem Abkühlen 30 Tropfen Pankreasinfus, in 0,25% Sodalösung,
3. der Niederschlag in Alkohol gelöst, der Alkohol abgedampft, der Rückstand in 0,25% Sodalösung gelöst, gekochtes Fibrin, 30 Tropfen Pankreasinfus,
4. der in Alkohol unlösliche Theil des Niederschlages wird in 0,25% Sodalösung gelöst, gekochtes Fibrin, 30 Tropfen Pankreasinfus,
5. der in Alkohol unlösliche Theil des Niederschlages in Wasser gelöst, gekocht, nach dem Abkühlen 0,25% mit Sodalösung versetzt, gekochtes Fibrin, 30 Tropfen Pankreasinfus,
6. der in Wasser schwer lösliche Theil des Niederschlages wird in 0,25% Sodalösung leicht gelöst, gekochtes Fibrin, 30 Tropfen Pankreasinfus.

Den 19. November bei 1 und 2 kein Effect, bei 3 beginnender Zerfall, bei 4 kein Effect, ebensowenig bei 5, in 6 erheblicher Zerfall.

Den 20. November bei 1, 2, 4, 5 kein Effect, bei 3 und bei 6 Zunnahme des Zerfalls.

Den 21. November in 1, 2, 4 kein Effect, in 3 sehr starker Zerfall, beginnende Lösung, in 5 geringe aber deutliche Einwirkung, in 6 starker Zerfall.

Den 24. November in 1, 2, 4 kein Effect, in 5 erheblicher grober Zerfall, in 3 vollkommener Zerfall und Lösung, in 6 starker, feinflockiger Zerfall.

Auch am 27. November in 1, 2, 4 noch kein Effect, in 5 recht erheblicher feiner Zerfall.

Dieser Versuch machte es schon ganz unwahrscheinlich, dass die hervortretende Behinderung der Trypsinwirkung in den vorigen Versuchen durch harnsaure Salze bewirkt werde, doch schien es zweckmässig, noch ganz directe Versuche nach dieser Richtung hin anzustellen.

Versuch XXVIII.

Den 8. November 0,25% Sodalösung, stark thymolisirt, mit chemisch reinen harnsauren Salzen versetzt und gekochtem Fibrin.

1. Harnsaures Natron:
   a) gesättigte Lösung, 20 Tropfen Pankreasinfus,
   b) Ueberschuss von harnsaurem Natron, so dass ein erheblicher Theil ungelöst bleibt,
   c) Ueberschuss von harnsaurem Natron, so dass ein erheblicher Theil ungelöst bleibt + 30 Tropfen Pankreasinfus.
2. Harnsaures Kali:
   a) gesättigte Lösung, 20 Tropfen Pankreasinfus,
   b) Ueberschuss von harnsaurem Kali, so dass ein erheblicher Theil ungelöst bleibt,
   c) Ueberschuss von harnsaurem Kali = b + 30 Tropfen Pankreasinfus.
3. Harnsaures Ammoniak:
   a) gesättigte Lösung + 20 Tropfen Pankreasinfus,
   b) Ueberschuss von harnsaurem Ammoniak = 1b und 2b,
   c) „ „ „ „ = b + 30 Tropfen Pankreasinfus.

Den 9. November in 1a zweifelhaftes Resultat, in 1b kein Effect, in 1c zweifelhafter Effect, in 2a und c zweifelhaftes Resultat, in 2b = 0, in 3a und c zweifelhaftes Resultat, in 3b = 0.

Den 10. November in 1a und c erheblicher Zerfall, in 1b = 0, in 2a und c erheblicher Zerfall, in 2b = 0, in 3a und c erheblicher Zerfall, in 3b = 0.

Den 11. November in 1a fast vollkommener Zerfall, in 1b = 0, in 1c vollkommener Zerfall, in 2a fast vollkommener Zerfall, in 2b = 0, in 2c vollkommener Zerfall, 3a, b und c verhalten sich wie die entsprechenden Nummern von 1 und 2.

Den 15. October in 1b, 2b und 3b keine Spur von Effect.

Demnach können wir annehmen, dass die harnsauren Salze nur spurweise die Trypsinwirkung aufzuhalten vermögen, selbst wenn sie in der Verdauungsprobe in grossem Ueberschusse ungelöst enthalten sind. Augenscheinlich gingen auch sehr wenige der hindernden Substanzen in das Alkoholextract des Niederschlages von schwefelsaurem Ammoniak über, was auch der folgende Versuch bewies.

Versuch XXIX.

Den 16. December. Eine grössere Quantität Urin (ca. 2000 ccm) wird mit schwefelsaurem Ammoniak ausgefällt, die gesammelten Niederschläge, theils mit kaltem, theils mit heissem Alkohol extrahirt, der Alkohol abgedampft, der Rückstand mit wenig Wasser aufgenommen, resp. im Ueberschuss dem Wasser zugesetzt; die einzelnen Proben 0,25% mit Sodalösung, stark thymolisirt, gekochtes Fibrin, Brutofen,

1. der Rückstand des kalten Alkoholextractes + 30 Tropfen Pankreasinfus,
2. der Rückstand des heissen Alkoholextractes + 30 Tropfen Pankreasinfus.

Den 17. December in beiden Proben ziemlich gleich starker Zerfall, der am 18. zunimmt, den 19. vollkommen ist.

Versuch XXX.

Den 4. Januar 1887. 1300 ccm Urin werden auf dem Wasserbade eingedampft, das Alkoholextract gemacht = a, der Rückstand in wenig Wasser gelöst = b. Beide Theile werden mit schwefelsaurem Ammoniak ausgefällt, das Alkoholextract nach Abdampfen

des Alkohols und Aufnahme in wenig Wasser. Die Fällungen werden getrennt gesammelt, mit Wasser gelöst. Die Verdauungsproben werden wie bisher angestellt

a) gekochtes Fibrin 0,25% Sodalösung etc. + 30 Tropfen Pankreasinfus,
b) gekochtes Fibrin, 0,25% Sodalösung etc. + 30 Tropfen Pankreasinfus.

Den 5. Januar in beiden Proben kein deutlicher Effect; den 6. kein sicherer Effect; den 7. beginnender Zerfall bei a, auch bei b Spuren; den 8. Zerfall beiderseits weitergehend, bei a etwas stärker als bei b; den 10. in beiden Proben nur grober Zerfall.

Versuch XXXI.

Ca. 600 ccm Urin werden mit schwefelsaurem Ammoniak ausgefällt, der Niederschlag gesammelt und mit etwas Wasser extrahirt; auf diese Weise bekamen wir eine Lösung, die grösstentheils schwefelsaures Ammoniak und einen kleinen Theil des dunkel gefärbten Niederschlages enthält, und den Rest des Niederschlages ohne schwefelsaures Ammoniak. Den 6. Januar in den Brutofen, die übrige Versuchsanordnung unverändert

a) die von schwefelsaurem Ammoniak befreite Substanz in 0,25% Sodalösung + 30 Tropfen Pankreasinfus,
b) die von schwefelsaurem Ammoniak befreite Substanz in 0,25% Sodalösung + 30 Tropfen Pankreasinfus + etwas krystallinisches schwefelsaures Ammoniak,
c) der ursprüngliche Niederschlag mit Wasser behandelt; die Lösung enthält also ausser einem Theil der gefärbten Massen noch etwas schwefelsaures Ammoniak + 30 Tropfen Pankreasinfus.

Den 7. Januar in a unzweifelhafter geringer Zerfall, in b und c = 0.

Den 8. Januar in a recht erheblicher Zerfall, in b und c = 0.

Den 10. Januar in a nicht nur starker Zerfall, sondern auch erhebliche Lösung, in b und c = 0.

Den 14. Januar in b und c noch kein Effect.

Also der Zusatz von schwefelsaurem Ammoniak stört entschieden sehr erheblich die Trypsinwirkung. Das gleiche Resultat gibt uns auch der folgende Versuch.

Versuch XXXII.

Frisches Pankreasinfus, gekochtes Fibrin.

1. 0,25% Sodalösung, Ueberschuss von Thymol + 50 Tropfen des Infuses,
2. 0,25% Sodalösung, Ueberschuss von Thymol + 40 Tropfen des Infuses,
3. 0,25% Sodalösung, Ueberschuss von Thymol + 30 Tropfen des Infuses,
4. 0,25% Sodalösung, Ueberschuss von Thymol + 20 Tropfen des Infuses,
5. 0,25% Sodalösung, Ueberschuss von Thymol + 10 Tropfen des Infuses,
6. der durch schwefelsaures Ammoniak ausgefällte Niederschlag einer grösseren Menge Urin (ca. 2000 ccm), möglichst von schwefelsaurem Ammoniak befreit, in concentrirter Lösung 0,25% Sodalösung, Ueberschuss von Thymol + 40 Tropfen Pankreasinfus,
7. die gleiche concentrirte Lösung wie bei 6 + 40 Tropfen Pankreasinfus + etwas schwefelsaures Ammoniak.

Den 15. Januar bei 1 und 2 starker Zerfall, bei 3 und 4 erhebliche Einwirkung, bei 5 beginnender Zerfall, bei 6 recht erheblicher Zerfall, bei 7 = 0.

Den 17. Januar bei 1 und 2 feinflockiger Zerfall und theilweise Lösung, bei 3 und 4 Zerfall in grobe Flocken, bei 5 fortschreitender Zerfall, bei 6 starker Zerfall in feinere Flocken, bei 7 = 0.

Den 19. Januar auch in 3 und 4 fast vollkommener Zerfall, ebenso in 6, in 5 nur sehr grobe Flocken, in 7 auch am 22. noch kein Effect.

Mit Rücksicht darauf, dass man mit der von Kühne[1]) angegebenen vereinfachten Gewinnungsmethode von Trypsin dasselbe stets mehr weniger gemischt mit schwefelsaurem Ammoniak erhalten

1) Verhandlungen d. Naturhist.-Med. Vereins zu Heidelb. N. F. Bd. 3 H. 4.

wird, wenn man die complicirte Reinigung vermeiden will, erschien es zweckmässig zu untersuchen, in welchen Concentrationsgraden die Lösung von schwefelsaurem Ammoniak hindernd auf Trypsin einwirkt.

Versuch XXXIII.

Den 5. Februar abends 4—5 Uhr. In jedem Gläschen 10 ccm 0,25% Sodalösung, gekochtes Fibrin

1. 1,5 schwefelsaures Ammoniak + 40 Tropfen Pankreasinfus,
2. 0,4 „ „ + 40 „ „
3. 0,3 „ „ + 40 „ „
4. 0,2 „ „ + 40 „ „
5. 0,1 „ „ + 40 „ „
6. 0,05 „ „ + 40 „ „
7. Controlprobe ohne schwefelsaures Ammoniak + 40 Tropfen Pankreasinfus.

Den 6. Februar in 1, 2, 3 vielleicht spurweiser Einfluss auf das Fibrin, in 4 sind einzelne wenige grobe Flocken abgespalten, Probe 5 zeigt das Fibrin erheblich afficirt, theilweise in grobe Flocken zerfallen, in Probe 6 recht erheblicher Einfluss des Trypsins, doch ist der Unterschied gegen die Controlprobe, in welcher das Fibrin fein zerfallen und sogar theilweise gelöst ist, recht evident.

Den 7. Februar in 1, 2 und 3 Zerfall in grobe Flocken, in 4 der Zerfall stärker, aber auch nur grob, ebenso in 5, in 6 auch feine Flocken, in Probe 7 ist das Fibrin ganz hin.

Den 9. Februar in 1, 2 und 3 nur grobe Flocken; in 4 Zerfall etwas feiner, in 5 auch feine Flocken, in 6 ist das Fibrin ganz hin.

Den 10. Februar in 1—5 noch mehr weniger reichliche grobe Flocken, in 1—3 kaum etwas gelöst, in 4 Beginn der Lösung.

Also noch in einer 0,005% Lösung ist der hindernde Einfluss des schwefelsauren Ammoniaks deutlich zu erkennen.

Versuch XXXIV.

Den 9. Februar vormittags vorige Versuchsanordnung, Zusatz von schwefelsaurem Kali

1. 0,5 schwefelsaures Kali + 40 Tropfen Pankreasinfus,
2. 0,4 „ „ + 40 „ „
3. 0,3 „ „ + 40 „ „

4. 0,2 schwefelsaures Kali + 40 Tropfen Pankreasinfus,
5. 0,1 „ „ + 40 „ „
6. 0,05 „ „ + 40 „ „
7. Controlprobe ohne schwefelsaures Kali + 40 Tropfen Pankreasinfus.

Den 10. Februar in 1 und 2 Spuren von Einwirkung, in 3 erheblicher aber nur grober Zerfall, in 4 starker aber auch nur grober Zerfall, in 5 noch stärkerer Zerfall, aber noch viele grobe Fasern, in 6 stärkerer feiner Zerfall auch beginnende Lösung, in 7 fast vollkommener breiiger Zerfall, auch reichliche Lösung, geringer aber deutlicher Unterschied zwischen 6 und 7 zu Gunsten von 7.

Den 12. Februar in 1, 2, 3 grober Zerfall, in 3 auch beginnender feiner, in 4 reichlicher feiner Zerfall, in 5 viel feiner Zerfall auch beginnende Lösung, zwischen 6 und 7 wenig Unterschied mehr, vollkommener Zerfall und Lösung.

Den 14. Februar in 1 und 2 nur grobe Flocken, in 3 und 4 auch feiner Detritus, in 5 Detritus und Lösung reichlicher.

Den 16. Februar in 1 und 2 nur grobe, in 3 wenigstens noch viele grobe Flocken.

Versuch XXXV.

Versuchsanordnung wie vorher; den 15. Februar vormittags schwefelsaures Natron

1. 0,5 schwefelsaures Natron + 40 Tropfen Trypsinlösung
2. 0,4 „ „ + 40 „ „
3. 0,3 „ „ + 40 „ „
4. 0,2 „ „ + 40 „ „
5. 0,1 „ „ + 40 „ „
6. 0,05 „ „ + 40 „ „
7. Controlprobe ohne schwefelsaures Natron + 40 Tropfen Trypsinlösung.

Den 15. Februar. Schon des Nachmittags um 5 Uhr ist das Fibrin in 7 erheblich zerfallen, in 6 sehr viel weniger, in 5—4 sind Spuren von Einwirkung des Trypsins zu sehen, in 3, 2, 1 nichts mehr.

Den 16. Februar 6 ist gegen 7 erheblich zurückgeblieben; in 4—5 Zunahme des Zerfalls, in 3 deutlicher aber geringer Einfluss des Trypsins. In 1 und 2 sind nur Spuren zu sehen.

Den 17. Februar in 7 und auch 6 ist das Fibrin hin, in 4 und 5 auch feiner Zerfall, in 5 stärker als in 4, in 1, 2, 3 nur grober Zerfall, in 1 am geringsten, in 3 am stärksten.

Den 18. in 1 und 2 nur grober Zerfall, in 3 auch feiner.

Die drei schwefelsauren Salze stimmen also in ihrer hemmenden Wirkung auf das Trypsin überein.

Versuch XXXVI.

Den 19. Februar Versuchsanordnung wie vorher, phosphorsaures Natron und Kalium.

1. ca. 0,5 phosphorsaures Natron + 40 Tropfen Pankreasinfus,
2. ca. 0,3 „ „ + 40 „ „
3. ca. 0,15 „ „ + 49 „ „
4. ca. 0,5 „ Kalium + 40 „ „
5. ca. 0,3 „ „ + 40 „ „
6. ca. 0,15 „ „ + 40 „ „
7. Controlprobe, kein phosphorsaures Natron + 40 Tropfen Pankreasinfus.

Den 20. Februar mehr weniger Zerfall des Fibrins bei 1, 2 und 3, starke Verzögerung gegen 7, in 4 und 5 ist die Einwirkung = 0, in 6 spurweise Einwirkung des Trypsins, in 7 das Fibrin fein zerfallen.

Den 21. Februar in 1, 2 und 3 nur grober Zerfall des Fibrins, die Verzögerung stellt sich sehr ähnlich der durch die schwefelsauren Salze bewirkten, in 3 auch feinere Flocken. In 4 und 5 noch kein Effect, bei 6 Spuren, in 7 ist das Fibrin ganz hin.

Den 22. Februar dasselbe Resultat, ebenso den 23. in 1, 2 und 3 nur grober Zerfall, in 4 kein Effect, bei 5 sehr geringe Einwirkung, bei 6 etwas grober Zerfall.

Wenn ich nun die in obigen Experimenten enthaltenen Thatsachen zusammenfasse, so ergiebt sich einmal mit Sicherheit, dass im normalen frischen Urin sich Trypsin nicht nachweisen lässt, und ich muss nach dieser Richtung hin den Angaben von Grützer (a. a. O.), Sahli (a. a. O.) und Gehrig (a. a. O.) entgegentreten. Nicht nur, dass gekochtes Fibrin von dem normalen frischen Urin in alkalischer Lösung bei absolutem Ausschluss der Fäulniss durch genügendes Thymolisiren, selbst nach 10 Tagen bei Bruttemperatur

nicht angegriffen ist, derselbe hat sogar die Fähigkeit, geringe Mengen von künstlich zugesetztem Trypsin unwirksam zu machen oder wenigstens die Wirkung desselben erheblich aufzuhalten. Wenn schon starkes Thymolisiren eine unzweifelhafte Verlangsamung der Trypsinwirkung zur Folge hat, so kann man diesen in den Experimenten hervortretenden Nachtheil doch eliminiren durch desto längeres Stehenlassen der Verdauungsproben in dem Brutofen, welches nunmehr keine Gefahr mehr hat. Allerdings ist man, und dies wird ebenfalls durch entsprechende Experimente sicher gestellt, genöthigt, derartige Untersuchungen auf die Gegenwart von Trypsin nur mit gekochtem Fibrin anzustellen. Wenn man rohes und selbst frisches oder auch lange Zeit in starken Thymollösungen aufbewahrtes Fibrin nimmt, so kann man doch nicht stets mit absoluter Sicherheit, trotz reichlichen Zusatzes von Thymol, die Fäulniss der einzelnen Verdauungsproben verhindern. Diese Fäulniss, ich schliesse mich hier ganz den Ausführungen von Leo (a. a. O.) an, braucht nicht derartig zu sein, dass sie für uns schon durch den Geruch kenntlich wird, ich habe eine ganze Reihe von derartigen Verdauungsproben beobachtet, die keine Spur von Fäulnissgeruch zeigten und doch Indolreaction gaben. Man muss sich diese Thatsache derartig erklären, wie dies Leo auch angenommen hat, dass das rohe Fibrin stets lebende Bacterien enthält, die auch nach Thymolisiren der Verdauungsprobe wenigstens eine beschränkte Thätigkeit zu entfalten im Stande sind. Ausserdem beweist ein lediglicher Zerfall des Fibrins im Urine bei genügender Alkalescenz, und auch hierauf hat schon Leo hingewiesen, durchaus nicht die Gegenwart von Trypsin, da dieser Zerfall des rohen Fibrins auch durch den gekochten Urin bewirkt wird, in dem dann natürlich das fragliche Trypsin zerstört ist, sondern man kann mindestens, vorausgesetzt, dass Fäulniss auch in Spuren absolut sicher ausgeschlossen ist, noch den Nachweis von Pepton verlangen.

Auf das Auffinden der Bromreaction in diesen Verdauungsproben ist meiner Meinung nach weniger zu geben. Denn um diese Bromreaction sicher zu erhalten, dazu gehören doch schon etwas grössere Fibrinmengen, und dann darf auch andererseits die Trypsinverdauung nicht zu weit geführt werden, da sonst der Bromkörper

wieder, wenigstens zum Theil, verschwindet. Nun haben aber die Fäulnissbacterien vollkommen den gleichen Effect, wie das Trypsin, auch sie bringen Fibrin zum Zerfallen, lösen es, bilden Peptone, den Bromkörper, ja sogar Leucin und Tyrosin, und dieselben sind also aufs sorgfältigste, wenn man aus seinen Befunden keine Fehlschlüsse ziehen will, auszuschalten. Dies lässt sich nicht anders erreichen, als indem man gekochtes Fibrin nimmt und stark thymolisirt. Die in der letzten Zeit von mir gebrauchte Versuchsanordnung in sterilisirten mit sterilisirter Watte verschlossenen Gläschen hat sich mir sehr bewährt. Verschliesst man die Gläschen mit Kork, der ja unzweifelhaft immer Bacterien enthält, so werden mit der verdampfenden und vom Kork als Tropfen wieder hinunter fallenden Flüssigkeit stets wieder neue Bacterien der Verdauungsprobe zugeführt. Der Methode von Leo, welcher die Fäulnissbacterien aus Trypsinlösungen auch in der Weise zu eliminiren sucht, dass er die Lösungen bis zu 20 Stunden einer Temperatur von 60° aussetzt, kann ich nicht beistimmen. Er musste mit dieser Methode mindestens ebenso sehr das Trypsin, welches wie alle Fermente des Körpers bei höheren Temperaturen zerstört wird, unwirksam machen wie die Fäulnissbacterien. Die Methode von Leo, welcher angibt, dass auch gekochtes Fibrin ebenso wie rohes, die Fähigkeit hat, Trypsin aus schwachen Lösungen an sich zu ziehen, dasselbe auf sich zu concentriren und sich gleichsam mit demselben zu beladen, habe ich nicht geprüft. Leo gelang es nicht, mit dieser Methode Trypsin im Harne nachzuweisen. Die Methoden von Sahli und Gehrig sind nicht brauchbar, weil diese beiden Autoren stets rohes Fibrin angewandt haben und da dieselben nicht thymolisirt, demnach Fäulniss nicht ausgeschlossen haben. Auch begnügten sich jene beiden Autoren damit, den Zerfall der Fibrinflocke zu constatiren und unterliessen es, auf Pepton oder den Bromkörper zu untersuchen. Von der Forderung stark zu thymolisiren, gekochtes Fibrin zu nehmen und auf derartige charakteristische Producte der echten Trypsinverdauung Rücksicht zu nehmen, werden wir auch für spätere Untersuchungen nicht abgehen können. Ich kann mich also der Kritik der Arbeiten obiger beiden Autoren, wie sie Leo angestellt hat, im Allgemeinen anschliessen und dieselbe meinerseits unterlassen. Trypsin

haben Sahli und Gehrig in dem Harne nicht nachgewiesen, sie haben nur bewiesen, dass frisches Fibrin, ohne dass sie Fäulniss ausgeschlossen haben, theils im verdünnten Harne selbst bei Bruttemperatur zerfällt, theils auch nachdem sie es längere Zeit mit demselben in der Kälte in Berührung gelassen hatten, und dann den Harn durch 1 proc. Sodalösung ersetzten. Ich konnte kein Trypsin im frischen Harne nachweisen, ja ich musste constatiren, dass derselbe eine oder mehrere Substanzen enthält, welche die Trypsinwirkung zu hindern im Stande sind. Auch die beiden Methoden, die ich zu dem Zwecke einschlug, das etwaige im Harne enthaltene Trypsin in concentrirterer Lösung deutlich und wirksam zu machen, waren nach dieser Richtung hin nicht erfolgreich. Wenn ich grössere Mengen von Harn bei niedriger Temperatur (40°) fast bis zur Trockne abdampfte, den Rückstand mit Alkohol extrahirte, filtrirte, mit Alkohol wusch und dann den Rückstand, der ja das im Harne vorhande Trypsin enthalten musste, in wenig Wasser löste, thymolisirte und die Lösung nach Hinzulegen von gekochtem Fibrin der Bruttemperatur aussetzte, so war selbst 10 Tage nachher das Fibrin absolut nicht angegriffen. Aber auch in diesen in Alkohol unlöslichen Theilen des Harnes waren Stoffe enthalten, welche die Wirkung künstlich hinzugesetzter Trypsinlösung hemmten, und wenn dieselbe schwach war, aufhoben. Denselben Erfolg hatte die zweite Methode, die darauf hinging, das im Harne etwa enthaltene Trypsin durch schwefelsaures Ammoniak auszufällen. Auch hier keine Trypsinwirkung des durch schwefelsaures Ammoniak erhaltenen Niederschlages, sondern nur eine Behinderung des künstlich zugesetzten Pankreasinfuses. Befreite man den Niederschlag von dem enthaltenden schwefelsauren Ammoniak, so zeigte der Rest desselben auch keine Trypsinwirkung. Ich habe nun schliesslich eine grosse Reihe der in Frage kommenden hindernden Stoffe geprüft und gefunden, dass die harnsauren Salze, selbst in grossem Ueberschusse zugesetzt, die Wirkung schwacher Trypsinlösungen kaum aufhalten, dass dagegen eine Reihe von unorganischen Salzen diesen Effect in recht hohem Grade besitzt. Schwefelsaures Ammoniak wirkt deutlich hindernd noch in 0,005% Lösung, und ähnlich hindernd verhält sich auch das schwefelsaure Kalium, das schwefelsaure Natron, das

phosphorsaure Natron, das phosphorsaure Kalium. Höchst wahrscheinlich ist damit durchaus noch nicht die Reihe der entsprechend wirkenden Stoffe, die hauptsächlich anorganische Salze zu sein scheinen, abgeschlossen, und hätten sicherlich weitere Untersuchungen noch viele andere auffinden lassen. Doch erklären die bisher nachgewiesenen vollkommen die von mir betonte, die Trypsinwirkung hindernde Eigsnschaft des normalen Harnes. Höchst eigenthümlich ist die ganz besonders ungünstig auf die Trypsinverdauung einwirkende Kraft des phosphorsauren Kali.

Auf die Hypothesen von Gehrig darüber, ob Trypsin als solches oder als Protrypsin in das Blut übergeht, gehe ich nicht weiter ein, dieselben haben wenig Werth, so lange nicht Trypsin wirklich im Harne aufgefunden ist, was jedenfalls mit den bisherigen Methoden noch nicht gelungen ist.

Für die Befunde von Mya und Belfanti, welche Trypsin in allen Fällen von Morbus Brightii vermissten, sonst dagegen stets im Harne auffanden, suche ich vergebens nach einer Erklärung.

Bildung von Ammoniak bei Pankreasverdauung von Fibrin.

Von

E. Stadelmann.

(Aus dem physiologischen Institut zu Heidelberg.)

Vor kurzem veröffentlichte Hirschler [1]) eine Untersuchung über die Bildung von Ammoniak bei der Pankreasverdauung von Fibrin. Der Ausgangspunkt für seine Arbeit war die Ueberlegung, dass bei der Pankreasverdauung von Eiweissstoffen ausser Peptonen Leucin, Tyrosin und noch eine ganze Reihe von anderen Spaltungsproducten entstehen, die erheblich weniger Stickstoff enthalten als die ursprünglichen Eiweisskörper, aus denen sie gebildet werden. Die Wasseraufnahme bei der Spaltung würde kaum zur Erklärung dieses Vorganges ausreichen, so dass man in der Lage ist, anzunehmen, dass ausser diesen stickstoffärmeren Verbindungen bei der Pankreasverdauung noch stickstoffreichere gebildet werden. Ammoniakbildung ist nun bei verschiedenen Zersetzungen von Eiweissstoffen nachgewiesen worden, so bei der Spaltung durch Salzsäure von Hlasiwetz und Habermann [2]), und auch bei der Behandlung mit Barytlösungen von Schützenberger [3]). Eine derartige Spaltung und Ammoniakbildung nahm nun Hirschler auch bei der Pankreasverdauung der Eiweissstoffe an und suchte dieselbe durch experi-

1) Zeitschrift f. physiol. Chemie Bd. X H. 4.
2) Annalen der Chemie und Pharmacie Bd. 169.
3) Ann. de chem. et de phys. t. 16.

mentelle Untersuchung nachzuweisen. Die Resultate, die er erhielt, sind nun entschieden eindeutig und sprechen unzweifelhaft für eine Ammoniakbildung bei der Pankreasverdauung, nur hat derselbe eine wichtige Fehlerquelle nicht ausgeschaltet, und das ist die Fäulniss, indem er versäumt hat, seine Verdauungsproben zu desinficiren. Wenngleich er die Pankreasverdauung nur bei relativ sehr niedriger Temperatur (32°) und relativ sehr kurze Zeit hindurch (4 Stunden) fortführte, so musste trotzdem der nicht unwahrscheinliche Einwurf noch speciell zurückgewiesen werden, dass die Ammoniakbildung nicht das Resultat einer Fäulniss gewesen sei, die ja besonders leicht und intensiv zu einer Pankreasverdauung hinzutritt. Hirschler hat weder seine Verdauungsproben thymolisirt, noch hat er gekochtes Fibrin genommen, beides nothwendige Erfordernisse, wenn man die Fäulniss sicher vermeiden will. Ein Probeversuch über die etwaige Ammoniakbildung bei sehr lange ausgedehnter Pankreasverdauung und Beobachtung sämmtlicher Vorsichtsmaassregeln verlief in folgender Weise:

Den 18. Mai werden 10,0 getrockneten Pankreas (nach Kühne) mit 0,11 Salicylsäure, etwas Thymol und 100,0 Wasser angerührt in den Brutofen gesetzt.

Den 19. Mai wird das Infus herausgenommen, abgepresst, filtrirt, zu 100 ccm mit Wasser ergänzt. 25 ccm, d. h. 1/4 der Gesammtmenge, werden mit kohlensaurem Natron schwach alkalisch gemacht und destillirt, das Destillat (a) wird in einer Vorlage mit 10,0 ccm titrirter Schwefelsäure aufgefangen. Der Rest des Filtrates, d. h. 75 ccm = 3/4 der Gesammtmenge, wird mit Sodalösung neutralisirt, dann 0,25% mit Sodalösung versetzt, mit Thymol im Ueberschuss, 25,0 gekochtem abgepressten Fibrin und etwas Wasser in den Brutofen gesetzt. Den 20. Mai ist das Fibrin fast ganz zerfallen, es werden weitere 25,0 Fibrin hinzugesetzt. Den 21. wird die Verdauung unterbrochen, die Flüssigkeit wird abgepresst (schliesslich unter der Presse), und filtrirt. Das Filtrat beträgt 84 ccm. 21 ccm, d. h. 1/4 der jetzigen Gesammtmenge, werden mit kohlensaurem Natron stark alkalisch gemacht und destillirt, das Destillat (b) in einer Vorlage mit 5,0 ccm titrirter Schwefelsäure aufgefangen. Der Rest des Filtrats, d. h. 63 ccm = 3/4 der jetzigen Gesammtmenge, wird mit Wasser zu 100 ccm ergänzt, mit weiterem Ueberschuss von Thymol

und etwas kohlensaurem Natron + 25,0 gekochtem Fibrin wiederum in den Brutofen gesetzt. Den 24. starker Zerfall des Fibrin, Zusatz von weiteren 25,0 gekochtem Fibrin. Den 1. Juni wird die Verdauung abgebrochen, filtrirt, der Rückstand abgepresst; die gesammelten Filtrate ergeben 90 ccm, riechen absolut nicht faul, geben keine Indolreaction, 30 ccm d. h. $^1/_3$ wird destillirt, das Destillat (c) in titrirter Schwefelsäure aufgefangen.

Destillat a ergiebt 22 ccm, in demselben werden 0,01453 NH_3 bestimmt.

Den 21. wird der Rückstand noch einmal mit etwas Wasser versetzt, jetzt stark alkalisch gemacht mit Sodalösung und wieder destillirt, in dem Destillat a_1 finden sich weitere 0,011644 NH_3 d. h. $a + a_1 = 0{,}02617$ NH_3.

In den restirenden 75 ccm müssten demnach, wenn durch die fortgesetzte Pankreasverdauung des Fibrin kein neues Ammoniak gebildet würde, 0,07851 NH_3 enthalten sein.

Nun ergab das Destillat b = 0,010171 NH_3; auf die ganze Menge von 84 ccm des Filtrates berechnet, wären nun in demselben 0,04068 NH_3 vorhanden gewesen.

Das Destillat c ergab 0,011644 NH_3 d. h. in den ganzen 90 ccm 0,03493 NH_3;

$$\begin{array}{rr} & 0{,}03493 \\ & +\ 0{,}01017 \\ \hline \text{oder} & =\ 0{,}04510 \end{array}$$

in den gesammten restirenden 75 ccm des Filtrates gegen 0,07851, die nach der ersten Destillation und Berechnung aus den Destillaten $a + a_1$ zum Mindesten hätten erwartet werden müssen. Das heisst, wir fanden trotz ausgedehnter Fortsetzung der Pankreasverdauung (10 Tage lang) und Zusatz grosser Mengen gekochten Fibrin (im Ganzen wurden 100 g verdaut) schliesslich erheblich weniger Ammoniak, als in dem ursprünglichen Pankreasinfuse vorhanden war. Wie war dieses auffallende Resultat zu erklären? Einmal konnte entgegen den Angaben von Hirschler bei Ausschluss von Fäulniss und Verarbeitung von gekochtem Fibrin doch kein Ammoniak bei der Eiweisszersetzung durch Trypsin entstehen. Dies erklärte aber noch nicht, dass wir schliesslich weniger Ammoniak fanden, als wir er-

warten mussten. Entweder war nun dieses ursprünglich vorhandene Ammoniak bei der lange fortgesetzten Verdauung aus dem nur mit einem Glasdeckel zugedeckten Verdauungsglase allmählich entwichen, obgleich dagegen der Vergleich der Befunde in dem Destillate b und c sprach, oder es wurde das Ammoniak in einer Verbindung zurückgehalten, aus der es durch kohlensaures Natron nicht ausgetrieben' wurde. Alle diese Fragen musste die folgende Versuchsanordnung aufklären, bei der ich im Weiteren den Angaben von Hirschler (a. a. O.) folgte. Das Verfahren ist folgendes. Das Filtrat der Verdauungsprobe wird destillirt, das Destillat in ammoniakfreier Salzsäure aufgefangen (a). Dem Rückstand werden einige Tropfen Essigsäure zugesetzt, um das noch übrige freie Ammoniak zu binden. Das gewonnene Destillat wird eingedampft und mit Platinchlorid behandelt; das vorhandene Ammoniak fällt dann in der Platinverbindung aus. Um das noch gebundene Ammoniak zu gewinnen, wird der Rückstand mit Magnesia usta im Ueberschuss versetzt und von Neuem destillirt. Das neue Destillat (b) wird ebenfalls in Salzsäure geleitet und gleich dem Destillate a behandelt. Die Platinniederschläge werden gesondert filtrirt, (durch aschefreie Filter) mit Alkohol und Aether gewaschen, der Rückstand wird geglüht, und aus dem restirenden Platin das Ammoniak berechnet.

Versuch II.

Den 7. Juni 10,0 getrocknetes Pankreas (nach Kühne) + 0,11 Salicylsäure; etwas Thymol und 100,0 H_2O in den Brutofen. Die Verdauung wurde in verschlossenem Glase vorgenommen.

Den 8. Juni wird abgepresst (schliesslich unter der Presse), filtrirt. Die Filtrate gesammelt und mit etwas Wasser auf 100,0 gebracht. 33⅓ ccm d. h. der dritte Theil wird mit kohlensaurem Natron deutlich alkalisch gemacht und destillirt. Destillat Ia. Dann mit Magnesia usta versetzt, wie vorher angegeben, und wiederum destillirt = Ib.

Der Rest, d. h. 66⅔ ccm, wird neutralisirt, mit kohlensaurem Natron 0,25% alkalisch gemacht, mit Thymol reichlich versetzt und 20 g gekochtem Fibrin wiederum in den Brutofen. Den 10. ist das Fibrin fast ganz zerfallen; weitere 15 g Fibrin. Den 11. wird die

Verdauung unterbrochen, abgepresst, filtrirt. Das Filtrat beträgt 60,0. Davon ½, d. h. 30 ccm wie vorher zuerst ohne Magnesia usta destillirt = IIa, nachher mit Magnesia usta = IIb.

Der Rest des Filtrates, d. h. 30,0 + 10 H_2O + 15 g gekochtes Fibrin und frischem Thymol + etwas Sodalösung von Neuem in den Brutofen.

Den 15. ist das Fibrin zerfallen, neue 10 g Fibrin. Den 17. wird die Verdauungsprobe verarbeitet, das Filtrat = 40 ccm riecht absolut nicht faul, wird wie vorher destillirt, d. h. zuerst ohne Magnesia usta = IIIa, später mit Magnesia usta = IIIb.

Die Resultate sind folgende:

Ia = 0,0083 Platin = 0,00144 NH_3
Ib = 0,0059 „ = 0,001 NH_3
0,00244 NH_3

In den übrigen 66 ⅔ des Filtrates müssten demnach noch 0,00488 NH_3 sein, die aus dem Pankreasinfuse selbst stammen, wahrscheinlich durch Verdauung des in der Drüsensubstanz des Pankreas enthaltenen Eiweisses, und die demnach von den übrigen Bestimmungen in Abzug zu bringen sind.

IIa = 0,0095 Platin = 0,00164 NH_3
IIb = 0,0645 „ = 0,0112 NH_3
Summa = 0,01284 NH_3

auf die Gesammtmenge von 60 ccm des Infuses übertragen würden sich nunmehr statt 0,00488 NH_3 in derselben Verdauungsprobe 0,02568 NH_3 finden, d. h. es wäre hier 0,0208 NH_3 neu gebildet, und zwar fällt die Zunahme ganz auf das Destillat nach Zusatz von Magnesia usta; während wir bei dem Destillate IIa ein ganz minimales Plus finden gegen das aus Ia berechnete Ammoniak.

in IIIa finden wir nun 0,0125 Platin = 0,0022 NH_3
in IIIb „ „ „ 0,085 „ = 0,0137 NH_3
Summa = 0,0159 NH_3

und auf die Gesammtmenge von 60 ccm des Infuses berechnet = 0,0318 NH_3 und nach Abzug der schon vorher vorhandenen 0,00488 finden wir jetzt 0,02692 NH_3, d. h. mit anderen Worten: Zunahme des Ammoniakbefundes nach Verdauung von 35 g gekochtem Fibrin während 3 Tagen um 0,0208 und nach weiterer Verdauung von

25 g gekochtem Fibrin während neuer 6 Tage weitere Zunahme von 0,0061. Und zwar findet sich diese Ammoniakvermehrung lediglich in dem Destillate nach Zusatz von Magnesia usta.

Eine Controlprobe wurde folgendermaassen angestellt.

100 ccm H_2O werden mit Sodalösung 0,25% alkalisch gemacht. + Ueberschuss von Thymol und 20 g gekochtem Fibrin, den 12. Juni in den Brutofen gesetzt, und den 22. Juni, d. h. nach 10 Tagen verarbeitet. Das Fibrin ist absolut nicht angegriffen, das Filtrat riecht nicht im Geringsten faul, gibt keine Indolreaction, ist etwas trübe, opak. Es wird destillirt und zwar zuerst mit Sodalösung, dann wie vorher nach Zusatz von Magnesia usta im Ueberschuss. In keinem der beiden Destillate ist eine Spur von NH_3 durch Fällen mit Platinchlorid nachzuweisen. Ich habe also genau die gleichen Befunde wie Hirschler erhalten und muss mich seinen Angaben vollkommen anschliessen. Auch in seinen Versuchen zeigte sich sichere Ammoniakvermehrung nur in dem Destillate nach Zusatz von Magnesia usta. Seine Resultate sind also nicht durch Fäulniss bedingt, und es steht fest, um mich ganz vorsichtig auszudrücken, dass bei der Pankreasverdauung selbst von gekochtem Fibrin unter absolut sicherem Ausschluss von Fäulniss Verbindungen entstehen, die nur spurweise beim Destilliren mit Sodalösung Ammoniak abgeben, dagegen in erheblichen Mengen dann, wenn man die klaren Filtrate der Verdauungsproben mit Magnesia usta destillirt. Ob es sich hier um reine Ammoniaksalze handelt oder vielleicht um noch nicht bekannte stickstoffhaltige Verbindungen, das scheint mir allerdings noch nicht genügend sicher gestellt.

Bemerkungen zur Chemie der Albumosen und Peptone.

Von

Dr. R. Neumeister.

Die Deuteroalbumosen der Pepsinverdauung gehen nach meiner früheren Mittheilung [1]) aus der Prot- und Heteroalbumose sowie aus dem Antialbumid hervor.

Sie stehen aber nicht nur ätiologisch, sondern auch in ihrem chemischen Verhalten den schwer fällbaren Peptonen näher als die primären Albumosen, wie ich fortan die Prot- und Heteroalbumose bezeichnen will.

Es scheiden nämlich als Fällungsmittel der Deuteroalbumosen noch einige Substanzen aus, welche die primären Albumosen aus ihren Lösungen niederschlagen; es sind dies: Salpetersäure bei Abwesenheit von Salzen, die selbst unter diesen Umständen Protalbumoselösungen, wenn auch nur bei einer Concentration von wenigstens 3:100, deutlich trübt, Sättigung mit Chlornatrium ohne Zusatz von Säure und verdünnte Kupfersulfatlösung (2:100), von welcher ein Tropfen in Flüssigkeiten, die primäre Albumosen enthalten, sogleich eine bleibende Fällung hervorruft, während die Deuteroalbumosen — wie die Peptonlösungen klar bleiben. Hierzu kommt noch das Verhalten gegen die Sättigung mit Ammoniumsulfat.

---

1) Zeitschr. f. Biologie Bd. 23 S. 386.

Die früheren Angaben [1]) hierüber sind dahin zu ergänzen, dass durch Sättigung mit diesem Salz das Albumosengemisch einer peptischen Verdauungslösung nur dann absolut gefällt wird, wenn dasselbe lediglich primäre Albumosen enthält, dagegen nur unvollkommen, wenn es schon zur Bildung von Deuteroalbumosen kam.

Von den letzteren werden zwar die aus der Heteroalbumose und die unter Umständen aus dem Antialbumid entstehenden ganz wie die primären Albumosen durch das Ammoniumsulfat völlig gefällt, nicht aber so die aus der Protalbumose hervorgehenden. Diese Deuteroalbumose ist in gewissem Grade in der gesättigten Lauge des Ammonsalzes löslich, welcher genügt, um recht deutliche Biuretreaction zu geben; auch durch Zusatz von Essig- oder Schwefelsäure irgend welcher Concentration wird diese Löslichkeit nicht aufgehoben.

Erhält man daher in einer peptischen Verdauungslösung nach Sättigung derselben mit Ammoniumsulfat im Filtrat die Biuretreaction, so kann dieselbe ebensogut von Deuteroalbumose, welche aus Protalbumose hervorging, wie von den Peptonen herrühren, sie ist nur ein Beweis, dass der hydrolytische Process über die primären Albumosen hinaus fortgeschritten ist.

Hat man dagegen reine Heteroalbumose der peptischen Verdauung unterworfen, so kann daraus Deuteroalbumose entstanden sein, ohne dass man im Filtrat der mit Ammoniumsulfat gesättigten Lösung Biuretreaction erhielte. Letztere würde in diesem Falle die bereits eingetretene Bildung des Peptons beweisen.

Es ist dieses Verhalten der Deuteroalbumosen wichtig für die absolute Reindarstellung des Amphopeptons. Ein solches ist demnach völlig rein aus einer Fibrinverdauung nicht zu gewinnen, wohl aber durch die weitere Hydratation derjenigen Deuteroalbumose, welche aus der Heteroalbumose hervorgeht oder aber aus der Heteroalbumose selbst.

Dagegen bietet die völlige Trennung des Antipeptons der tryptischen Verdauung von der hierbei entstehenden Antideuteroalbumose

---

1) W. Kühne, Verhandl. des Naturh.-med. Vereins z. Heidelberg Bd. 3 S. 286 und W. Kühne und Chittenden, Zeitschr. f. Biol. Bd. 22 S. 424.

keine Schwierigkeit, da letztere durch Ammoniumsulfat vollkommen fällbar ist. Es empfiehlt sich übrigens, hierbei die Albumose aus der neutralen siedenden Verdauungslösung durch Eintragen des Salzes bis zur Sättigung abzuscheiden.

Dieses vorausgeschickt, will ich auf die Reindarstellung der einzelnen Albumosen kurz eingehen, wie ich sie zu weiter unten mitgetheilten Versuchen verwendet habe.

Als Ausgangspunkt diente Witte'sches Präparat, welches sämmtliche Albumosen etwa in gleicher Menge enthielt. Dasselbe wurde durch längeres Digeriren mit der fünffachen Menge Salzsäure von 3% bei 40° vollkommen in Lösung gebracht. Nach dem Neutralisiren, wobei eine Ausscheidung überschüssiger Heteroalbumose oder von Dysalbumose nicht erfolgte, wurde die Flüssigkeit zunächst mit der berechneten Menge zerriebenen Kochsalzes annähernd, dann mit Steinsalz vollends gesättigt und die beiden primären Albumosen durch Dialyse getrennt.

Die Protalbumose enthält so gewonnen immer noch gewisse Mengen von Deuteroalbumosen. Dieselben werden möglichst entfernt, wenn man in die siedende wässerige Auflösung Ammoniumsulfat bis zur Sättigung allmählich einträgt. Lässt man hierauf erkalten, so scheidet sich an der Oberfläche die Protalbumose als harte Kruste ab. Letztere wird gesammelt, in viel heissem Wasser aufgenommen und die Salzsättigung noch ein zweites Mal wiederholt. Eine Probe der Substanz in Wasser gelöst und mit Ammoniumsulfat bis zur Sättigung verrieben wird dann regelmässig vollkommen gefällt. Es gibt demnach das mit Natronlauge übersättigte Filtrat mit einem Tropfen verdünnter Kupferlösung eine rein blaue Farbe. Die Entfernung des Sulfats geschieht durch etwa zehntägiges Dialysiren im fliessenden Wasser unter reichlichem Thymolzusatz. Es folgt Concentriren auf dem Wasserbade, Eingiessen in Alkohol, Auswaschen mit Aether und Verjagen desselben im trockenen Luftstrom.

Die Heteroalbumose wurde auf einem Leinwandfilter durch längeres Auswaschen mit kaltem Wasser gereinigt. Sie ist hierin nicht so ganz unlöslich, wie bisher angenommen wurde. Diese Löslichkeit wird aber stark vermehrt bei 40°, so dass dann im salz-

freien Waschwasser deutliche Biuretreaction und sogar schwache Trübung nach Sättigung mit Steinsalz erfolgt. Durch Verreiben ihrer Lösungen mit überschüssigem Ammoniumsulfat wird reine Heteroalbumose absolut gefällt. Auch hier darf demnach das Filtrat, wie bei der Protalbumose, keine Biuretreaction geben. Die Entwässerung erfolgt durch zweitägiges Aufbewahren unter Alkohol und das Trocknen wie vorher.

Die Deuteroalbumosen wurden in dem Filtrat von der zweiten Fällung, soweit eine solche durch salzgesättige Essigsäure entsteht, mittels Ammoniumsulfats [1]) von den Peptonen getrennt.

Falls die Ausfällung durch die salzgesättigte Essigsäure eine exacte war, läuft das Filtrat hiervon, namentlich wenn man ein wenig Kohlepulver auf's Filter gibt, meist wasserklar ab. Indessen kommt es doch vor, dass namentlich in verdünnteren Lösungen trotz der Thierkohle diese Filtration schlecht von statten geht, indem die ablaufende Flüssigkeit trübe erscheint. In diesem Falle genügt einmaliges mässiges Erhitzen, bis der feine Niederschlag sich zusammenballt, um diesen Uebelstand zu beseitigen.

Das erhaltene Deuteroalbumosengemisch ist wesentlich oder einschliesslich aus den beiden primären Albumosen hervorgegangen, indem das Antialbumid bei der peptischen Verdauung kaum in Betracht kommt.

Da nun lediglich diejenige Deuteroalbumose, welche aus der Protalbumose entsteht, in gesättigte Ammoniumsulfatlösung, wenn auch nur in geringer Menge, übergeht, lässt sie sich von der aus der Heteroalbumose hervorgehenden trennen.

Zu diesem Zweck löst man die Deuteroalbumosen in möglichst viel Wasser, erhitzt zum lebhaften Sieden und trägt währenddem in die Flüssigkeit Ammoniumsulfat ein, bis neben ausgeschiedener Deuteroalbumose sich eine Salzhaut an der Oberfläche bildet. Man lässt dann erkalten, sammelt auf einem Leinwandfilter die ausgeschiedene Albumose und wiederholt diese Operation so oft, bis eine Probe der gewonnenen Substanz in Wasser gelöst und mit überschüssigem Ammoniumsulfat zerrieben völlig unlöslich wird, das

1) Vgl. Zeitschr. f. Biol. Bd. 22 S. 382.

heisst also, bis im Filtrat die Biuretprobe ein negatives Resultat ergiebt. Die Entfernung des Salzes und die weitere Behandlung geschieht wie bei der Protalbumose.

Die Laugen des Ammonsalzes enthalten die darin lösliche Deuteroalbumose. Dieselbe durch directe Dialyse der gesammelten Filtrate zu gewinnen ist unzweckmässig. Es wird sich vielmehr empfehlen, die Albumose durch Concentriren der Flüssigkeit grösstentheils zur Ausscheidung zu bringen und dann erst die Dialyse vorzunehmen.

Ob diese Substanz meine frühere Vermuthung[1]) bestätigen und sich als Hemideuteroalbumose ergeben wird, müssen Untersuchungen über das Verhalten derselben gegen die tryptische Verdauung feststellen.

---

1) Zeitschr. f. Biol. Bd. 23 S. 392.

Ueber die Einführung der Albumosen und Peptone in den Organismus.

Von

Dr. R. Neumeister.

Die Kenntniss der digestiven Spaltungsproducte der Eiweisskörper wurde in den letzten Jahren wesentlich gefördert, so dass die Chemie der Albumosen und Peptone, so weit es sich um ihre Trennung von einander, ihre Gruppirung nach dem Verhalten gegen die peptonisirenden Fermente und ihre gegenseitigen Beziehungen handelt, dem baldigen Abschluss entgegen eilt.

Um so dunkler ist das weitere Schicksal dieser Substanzen im Organismus. Wiewohl durch die Fütterungsversuche von Maly [1], Plósz und Gyergyai [2]) sowie von Adamkiewicz [3]) festgestellt ist, dass sie im Thierkörper wiederum zu Eiweiss sich zurückbilden, herrschen über den Ort, an welchem diese Verdauungsproducte zu Blutbestandtheilen werden, immer noch sehr getheilte Meinungen.

Ich will die vorliegende Literatur über diese Frage kurz anführen.

Nach Schmidt-Mülheim [4]) und nach Fano [5]) werden die Verdauungsproducte der Eiweisskörper als solche resorbirt und

1) Pflügers Arch. f. d. ges. Physiologie 1874 S. 385.
2) Ebdas. 1874 S. 325.
3) Die Natur und der Nährwerth des Peptons 1877.
4) Du Bois-Reymonds Archiv f. Physiologie 1880, S. 33.
5) Ebdas. 1881 S. 277.

erfahren, ins Blut gelangt, hier fast augenblicklich eine Umsetzung zu Eiweiss. Die genannten Forscher zogen diesen Schluss, weil sie ein Albumosengemisch, nach der damaligen Auffassung als Peptone bezeichnet, welches sie mit Umgehung des Darms direct in die Blutbahn von Hunden brachten, nach wenigen Minuten verschwinden sahen, aber niemals eine Ausscheidung dieser Verdauungsprodukte durch die Nieren beobachteten.

Nichts desto weniger konnten weder Schmidt-Mülheim noch Fano einen qualitativen noch quantitativen Unterschied im Eiweissgehalt des Blutes vor und nach der Einspritzung ihrer Verdauungslösungen constatiren.

Auffallend ist ferner, dass diese umwandelnde Fähigkeit des Blutes ihm ausserhalb des Körpers sogleich verloren geht.

Dagegen widerspricht es gerade dieser umsetzenden Fähigkeit des Blutes, wenn Schmidt-Mülheim nach Fleischfütterung, die sicherlich hierbei nur allmählich gebildeten und resorbirten Peptone, wenn auch nicht constant und nur in geringen Mengen, im Blute auffindet und sogar quantitativ bestimmt.

Schon vor Schmidt-Mülheim hatten Plósz und Gyergyai[1]) sowie Drossdorf[2]), letzterer jedoch nur in Spuren, Peptone im Blut der Pfortader aufgefunden. Die ersteren stehen aber insofern mit Schmidt-Mülheim im Widerspruch, als sie nach künstlicher Einführung dieser Verdauungsproducte in die Blutbahn dieselben in einem Falle noch mindestens drei Stunden später daselbst nachweisen konnten. Sie sind im übrigen auch der Ansicht, dass die Peptone als solche aufgenommen und im Organismus eine Umwandlung zu Eiweiss erfahren. Nach ihren Versuchen aber ist der Ort dieser Umsetzung die Leber. Kann das Blut in Folge einer Unterbindung der Pfortader sich der Peptone nicht entledigen oder wird mehr davon eingespritzt, als die Leber umzusetzen vermag, so verlässt dieser Ueberschuss die Blutbahn in den Nieren und tritt im Harn zu Tage.

Schmidt-Mülheim sah im Gegensatz hierzu auch nach vorheriger Unterbindung der Pfortader und der Leberarterie die

1) Pflügers Archiv f. d. ges. Physiologie Bd. 10 S. 536.
2) Zeitschr. f. physiolog. Chemie 1877—78 S. 216.

eingespritzten Verdauungsproducte aus dem Blute verschwinden, ohne dass sie mit dem Harn ausgeschieden wurden.

Zu vollkommen entgegengesetzten Resultaten führten die Untersuchungen Hofmeisters[1]). Er fand zunächst, dass die mit Umgehung des Darms durch subcutane Injection allmählich oder auch durch directe Einspritzung in geringen Mengen ins Blut gelangten Verdauungsproducte bei Kaninchen wie Hunden durch den Harn grösstentheils bald zur Ausscheidung gelangen, nämlich zwei Drittel bzw. vier Fünftel der eingeführten Menge.

Doch muss auch er constatiren, dass direct ins Blut von Hunden gespritzte grössere Peptonmengen, wodurch bei diesen Thieren Sinken des Blutdrucks und damit Sistirung der Harnsecretion eintritt, nach kurzer Zeit schon im Blut nicht mehr nachgewiesen werden können, wiewohl doch eine Ausscheidung durch die Nieren nicht erfolgt ist.

Hofmeister schliesst eine umwandelnde Fähigkeit des Blutes vollkommen aus und nimmt zur Erklärung des Verschwindens der eingespritzten Peptone bei aufgehobener Harnsecretion eine Anhäufung derselben in gewissen Organen, namentlich in den Nieren in Anspruch. Beginnt die Harnabsonderung wieder, so komme nur wenig Pepton, nämlich jenes in den Nieren angesammelte, zur Ausscheidung. Was während der Secretionsstockung aus dem Blute nach anderer Seite, vielleicht in den Darm austritt, scheine unter Bedingungen zu gelangen, welche ein Zurücktreten ins Blut und in den Harn unmöglich machen.

Das Schicksal der direct in die Blutbahn gelangten Peptone gestalte sich also im wesentlichen gleich dem anderer dem Blute fremder Verbindungen, sie würden, falls der Weg durch die Nieren offen ist, grösstentheils mit dem Harn ausgeschieden. Die pathologische Peptonurie, unter Verhältnissen, welche den Uebertritt dieses Körpers ins Blut bedingen, habe demnach alles Räthselhafte verloren.

Unter diesen Umständen wäre eine Resorption unveränderten Peptons vom Darm aus zwecklos und ein das körperliche Wohlbefinden gefährdendes Moment. Hofmeister nimmt daher an, dass

1) Zeitschr. f. physiol. Chemie 1881 S. 127.

die Peptone bereits in der Darmschleimhaut selbst eine Art Bindung durch die weissen Blutkörperchen erfahren. An diese gebunden könnten sie toxisch indifferent den Kreislauf durchwandern, ohne der Ausscheidung durch die Nieren zu verfallen.

Auffallend ist es nun, dass auch Hofmeister in einer späteren Arbeit [1]) im Blute verdauender Thiere, wenn auch nicht constant, Pepton in geringen Mengen nachweist und über diese Inconstanz sagt: „es scheint dies darauf hinzudeuten, dass ein Circuliren unveränderten Peptons mit dem Blute für die Ernährung nicht unumgänglich nothwendig ist".

Es erscheint hier vielmehr die Frage gerechtfertigt: Wie verträgt sich überhaupt das Vorkommen freien Peptons im Blute mit den früheren Beobachtungen Hofmeisters und seiner vorher ausgesprochenen Vermuthung von der Bindung der Peptone durch die weissen Blutkörperchen beim Durchwandern der Darmschleimhaut.

Letztere Hypothese erfährt übrigens dadurch wesentliche Unterstützung, dass Hofmeister in der überlebenden Magenschleimhaut eines verdauenden Thieres das darin befindliche Pepton nach einer halben Stunde derart verändert sah, dass es fortan nicht mehr nachgewiesen werden konnte [2]).

Aehnliche Beobachtungen machten schon früher Salvioli [3]) und später v. Ott [4]).

Ersterer sah bei Durchblutungsversuchen am überlebenden Dünndarm das in eine Darmschlinge gebrachte Pepton durch Resorption innerhalb vier Stunden aus demselben verschwinden, ohne dass es in dem abfliessenden Venenblute hätte nachgewiesen werden können, der Darm enthielt hingegen reichlich coagulirbares Eiweiss. Leitete er dagegen peptonhaltiges Blut durch die Darmgefässe, so wurde ein Verschwinden des Peptons nie beobachtet.

v. Ott benutzt die Fähigkeit des Peptons, ein schlagendes Froschherz zum Stillstand zu bringen, als Reagens für dessen Abwesenheit in den circulirenden Säften. Er entnimmt aus seinen

---

1) Zeitschr. f. physiolog. Chemie 1882 S. 51.

2) dieselbe S. 69.

3) Du Bois-Reymond's Archiv f. Physiologie 1880, Suppl.-Bd. S. 112.

4) Ebdas. 1883 S. 1.

Versuchen, dass die Peptone sich im Magen und Darm vor ihrer Resorption in Serumalbumin umwandeln.

Diese abweichenden Ansichten in einer so fundamentalen Frage fördern zu erneuten Versuchen auf, umsomehr, als auch die Resultate der einzelnen Autoren oft in wesentlichen Punkten sich selbst widersprechen.

Besonders auffällig erscheint mir die übereinstimmend zu findende Angabe über das Vorkommen von Peptonen im Blute verdauender Thiere, was mit der gemeinsamen Beobachtung Schmidt-Mülheims und Hofmeisters von dem rapiden Verschwinden injicirter grosser Peptonmengen so wenig vereinbar ist, wie mit den entgegengesetzten Theorien dieser beiden Forscher von der energischen Umwandlungsfähigkeit des Blutes, bzw. der äusserst schnellen Ausscheidung oder Anhäufung in gewissen Organen.

Die Angaben von Plósz und Gyergyai über die umsetzende Thätigkeit der Leber sowie die Wiederauffindung ins Blut gespritzter Peptone nach mehreren Stunden scheinen mir genügend widerlegt, und habe ich mich durch eigene wiederholte Versuche von der Haltlosigkeit beider Behauptungen überzeugt.

Gegenüber der Ansicht von Schmidt-Mülheim und Fano ist durch die Untersuchungen Hofmeisters, deren Richtigkeit leicht zu constatiren ist, sicher gestellt, dass in der That eine schnelle Ausscheidung direct in die Blutbahn eingeführter Peptone mit dem Harn stattfindet, wenn nämlich die Nieren secretionsfähig sind. Nicht genügend erklärt dagegen ist das nicht minder schnelle Verschwinden der Peptone aus dem Blute auch beim Ausfall der Nierenabsonderung. Hofmeister ist der Meinung [1]), dass diese Thatsache für den Kern der Frage von untergeordneter Bedeutung sei, dennoch wird das vorliegende Problem nicht früher gelöst sein, bis auch letztere Erscheinung genügend erklärt ist.

Durch die in den letzten Jahren erfolgte Differencirung der Albumosen von den Peptonen, wie sie durch das Studium des Verhaltens dieser Verdauungsproducte gegen verschiedene Salze und Fällungsmittel bedingt wurde, sind die vorliegenden Arbeiten durch-

1) Zeitschr. f. physiolog. Chemie 1881 S. 145.

aus nicht entwerthet worden, da sich diese beiden Körperklassen bei den meisten der bisher in Betracht gekommenen Versuche wesentlich gleich verhalten.

Dagegen ist neuerdings in dem Ammoniumsulfat ein vorzügliches Mittel gefunden, einige der früher kaum löslichen Fragen mit völliger Sicherheit zu entscheiden, nämlich derjenigen, wo es sich um den Nachweis von geringen Mengen wirklicher Peptone oder Deuteroalbumosen neben Eiweisskörpern in irgend welchen Flüssigkeiten handelt. Was in den Arbeiten über den Nachweis von Verdauungsproducten im Blut mit Fleisch gefütteter Hunde als Peptone bezeichnet wurde, waren primäre Albumosen, die erst durch die Operation, welche das Eiweiss von den Peptonen trennen sollte, entstanden waren, nämlich in allen den Fällen, wo es nicht vermieden wurde, die eiweisshaltigen Flüssigkeiten bei saurer Reaction kürzere oder längere Zeit zu erhitzen. Dass aber hierbei Spuren, bisweilen sogar ansehnliche Mengen primärer Albumosen erzeugt werden, will ich an einem Beispiel weiter unten anführen. In anderen Fällen [1]) wurden wohl auch in Folge eines mangelhaften Fällungsmittels nicht ausgeschiedene Eiweisskörper für Peptone gehalten.

Ich habe mir im Folgenden auf freundliche Veranlassung des Herrn Geheimrath Kühne vorläufig eine zweifache Aufgabe gestellt, einmal zu untersuchen, ob in der That im Blute oder sonst im Organismus nach Einbringung derselben in den Darm sich Peptone oder Albumosen nachweisen lassen, und ferner das Schicksal der einzelnen nunmehr rein dargestellten Albumosen bei ihrer directen Einführung in die Blutbahn zu verfolgen.

Was den ersten Punkt betrifft, so habe ich nachweisen können, dass niemals auch nur die geringsten Spuren von Peptonen oder Albumosen im Blute vorhanden sind, selbst bei reichlicher Gegenwart derselben im Darm.

Die bezüglichen Versuche wurden in folgender Weise ausgeführt:

Mittelgrossen Kaninchen wurden Hahncanülen vollkommen dicht in den After gebunden, eine Operation, die sich bei männlichen

1) Vgl. Dogiel, Zeitschr. f. physiolog. Chemie 1885 S. 601.

Thieren besonders leicht ausführen lässt. Hierauf wurde der Darm mit einer Verdauungslösung gefüllt, welche in 40 ccm Wasser 10 g Antipepton und je 5 g Amphopepton, Protalbumose sowie Deuteroalbumosen enthielt. Die Kaninchen wurden nach zwei, bezw. vier Stunden getödtet, nachdem reichliche Resorption, die aber niemals vollständig war, stattgefunden hatte.

In einem dritten Versuche wurde nur die Hälfte der angegebenen Menge in den Darm eingeführt, um jede Spannung, welche etwa die Resorption hätte verlangsamen können, auszuschliessen. Das Thier wurde nach zwei Stunden getödtet.

Da ich beobachtete, dass die Injectionsflüssigkeit niemals in den Dünndarm gelangte und bekanntlich hier die Resorption eine besonders energische ist, wurde einem vierten Kaninchen die Bauchhöhle eröffnet und das Duodenum unterhalb des Pylorus, sowie ein zweites Mal oberhalb des Ductus Wirsungianus unterbunden. In diese Darmschlinge injicirte ich mittels einer eingebundenen Canüle 15 ccm der obigen Mischung bis zur mässigen Spannung und schloss die Bauchhöhle, worauf das Thier nach zwei Stunden getödtet wurde.

Der Harn, der in zwei Fällen von selbst gelassen, in den anderen künstlich entleert wurde, war stets alkalisch und enthielt nie Spuren von Verdauungsproducten.

Das Blut jedes der getödteten Thiere wurde, um die Gerinnung zu verhindern, zur Hälfte in dem doppelten Volumen Ammoniumsulfatlösung von 3% aufgefangen, durch Schütteln mit Aether lackfarben gemacht, der Aether im Scheidetrichter entfernt, die Blutflüssigkeit mit Ammoniumsulfat in Substanz verrieben und so vollends gesättigt. Das wasserklare Filtrat, durch Absaugen an der Luftpumpe vom Niederschlag getrennt, wurde unter Umrühren eingedampft, bis das ausgeschiedene Salz einen dicken Brei bildete. Durch nochmaliges Absaugen wurden im Ganzen 15 ccm Flüssigkeit gewonnen, die mit Natronlauge übersättigt keine Spur Biuretreaction gaben. Peptone oder Deuteroalbumosen enthielt das Blut also nicht.

Die andere Hälfte des Blutes wurde direct bei 50° C. eingetrocknet, zerrieben und unter absolutem Alkohol acht Tage aufbewahrt. Der Weingeist wurde dann durch neuen ersetzt, reichlich Chlorcalcium-

stücke, welche nicht zerfielen, hinzugegeben und das Ganze weitere drei Wochen gut verschlossen stehen gelassen. Hierauf wurde abfiltrirt, die Chlorcalciumstücke entfernt und der Rückstand mit 50 ccm Wasser 12 Stunden bei 50° digerirt. Die Flüssigkeit blieb vollkommen farblos und gab nach der Concentration auf 15 ccm keine Spur von Biuretreaction. Demnach waren im Blut auch primäre Albumosen nicht vorhanden.

Dass der Chylus kein Pepton enthält, wurde bereits von Schmidt-Mülheim gefunden. Es schien mir nicht überflüssig, diesen Versuch zu wiederholen, und kann ich infolgedessen die Angabe Schmidt-Mülheim's auch für die Gesammtlymphe bestätigen, sie enthält ebensowenig wie das Blut Peptone oder Albumosen.

Zur Untersuchung dienten mir reichliche Mengen von Lymphe aus dem Ductus thoracicus eines grossen Hundes, die durch eine Fistel direct in Alkohol aufgefangen und dann mit Alkohol und Aether völlig erschöpft worden waren. Die weitere Behandlung in zwei getrennten Portionen war die nämliche wie bei der vorstehenden Untersuchung des Blutes.

Von Organen hielt ich es nach diesen Resultaten nur für angezeigt, die Leber in Betracht zu ziehen. Sie wurde einem Hunde und ferner den erwähnten bei Resorption der Verdauungsflüssigkeit begriffenen Kaninchen frisch entnommen. Die zerriebenen Drüsen behandelte ich theils mit Alkohol wie die Lymphe, theils digerirte ich sie mit etwas Wasser und Ammoniumsulfat im Ueberschuss, worauf das Filtrat hiervon, wie oben angegeben, geprüft wurde. Das Resultat war wie beim Blut und der Lymphe ein durchaus negatives, was übrigens auch dem Befunde Hofmeisters[1]) entspricht.

Ich will hierbei erwähnen, dass auch das Glycogen durch die Sättigung seiner Lösungen mit Ammoniumsulfat vollkommen gefällt wird.

Weit verbreitet und in die meisten Lehrbücher übergegangen ist die Angabe Schmidt-Mülheim's[2]) und anderer, dass Milch

1) Zeitschr. f. physiolog. Chemie 1882 S. 59.

2) Pflüger's Archiv f. d. g. Physiologie 1882 S. 287.

immer gewisse Mengen von Peptonen enthalte, J. Schmidt[1]) ferner will darin Hemialbumose gefunden haben. Hofmeister[2]) dagegen fand nach einer anderen Methode Pepton in der Milch erst, nachdem Säuerung eingetreten war, im frischen Zustande ist sie nach ihm frei davon, zu welch letzterem Resultat auch Dogiel[3]) gelangte.

Gerade das Beispiel der Milch zeigt, zu welchen Irrthümern man gelangt, wenn man zum Nachweis von Verdauungsproducten neben Eiweisskörpern die letzteren durch Koagulation der schwach sauren Lösung in der Siedhitze ausfällt. Man findet dann in der abfiltrirten und concentrirten Flüssigkeit häufig primäre Albumosen, welche erst aus denjenigen Eiweisskörpern durch die Einwirkung der Säure entstanden sind, die besonders leicht der Hydratation anheimfallen.

Die beiden hierauf bezüglichen Versuche waren folgende:

Zwei Liter frischer Milch wurden stark mit Wasser verdünnt, zum Sieden erhitzt und hierzu vorsichtig einige Tropfen Essigsäure gegeben, bis Ausscheidung der Eiweisskörper erfolgte. Nunmehr wurde erkalten gelassen, abfiltrirt und genau neutralisirt, worauf noch einmal eine feinflockige Ausscheidung eines syntoninartigen Körpers entstand. Das Serum wurde bei 50° eingedunstet, bei welcher Temperatur ein Braunwerden desselben nie eintritt. Die auf 50 ccm concentrirte Flüssigkeit, welche starke Biuretreaction gab, enthielt weder Peptone noch Deuteroalbumosen, da in einer Probe durch Sättigung mit Ammoniumsulfat vollständig die Proteïde zur Fällung kamen, dagegen nicht unbedeutende Mengen primärer Albumosen, die, vollständig fällbar durch salzgesättigte Essigsäure, namentlich auch die charakteristische Salpetersäurereaction in ausgesprochener Weise gaben. Sie sind offenbar der Körper, welchen früher Struve[4]) als Pepton und Dogiel[5]) als Lactoproteïn bezeichnete.

Wurde dagegen die Ausfällung des Caseïns aus demselben verdünnten Milchquantum in der Kälte durch genügenden Zusatz von

1) Dissertation, Moskau 1882 (russisch).
2) Zeitschr. f. physiologische Chemie 1878—79 S. 295.
3) Ebdas. 1885 S. 600.
4) Journal f. prakt. Chemie 1884 S. 73.
5) Zeitschrift f. physiolog. Chemie 1885 S. 602.

Salzsäure vorgenommen, der Niederschlag ausgepresst, das Filtrat dann neutralisirt, bei 50° zur Trockne verdunstet und die fein zerriebene Substanz wie früher mit Alkohol mehrere Wochen behandelt, so konnten hierauf mit Wasser weder bei 40° noch auch beim Kochen die geringsten Spuren von Albumosen oder Peptonen ausgezogen werden.

Die Behauptung R. Palm's [1]), dass die Albumosen und Peptone der Milch die Bestimmung des Milchzuckers ungenau machen, indem sie eine Reduction der Fehling'schen Lösung herbeiführten, ist auf jeden Fall hinfällig, denn wenn auch die primären Albumosen in der Milch in Folge der eiweissabscheidenden Operation entstanden wären, so reduciren sie doch ebensowenig wie die Deuteroalbumosen und Peptone jemals auch nur die geringsten Spuren Fehling'scher Lösung.

Bisher unbestritten ist die Lehre, dass jeder Eiter, auch der unzersetzte, Peptone enthalte [2]). Ich kann auch diese Angabe, so allgemein ausgesprochen, nicht bestätigen.

Es stand mir ein sehr schnell recidivirtes Empyem zur Verfügung, von allerdings so ungewöhnlich dünnflüssiger Consistenz und weisser Farbe, dass man anfangs zweifelhaft war, ob man es mit einem solchen, oder mit einer Lymphorrhagie aus dem Ductus thoracicus zu thun hätte. Die Untersuchung des völlig geruchlosen Eiters die bald nach der Entleerung statt fand, ergab weder Spuren von Peptonen noch Albumosen.

Ich komme nun zum zweiten Theil meiner Aufgabe, der Untersuchung, ob die einzelnen Albumosen und Peptone, direct in die Blutbahn gebracht, bis zu ihrer Ausscheidung mit dem Harn irgend welche Veränderungen erleiden. Die Injectionen wurden bei Kaninchen und Hunden gemacht, bei letzteren unter Vermeidung grösserer Mengen, um durch zu starkes Absinken des Blutdrucks die Harnsecretion nicht aufzuheben.

1) Zeitschr. anal. Chemiker 1887 Nr. 26, 319.

2) Vgl. Eichwald, Würzb. med. Zeitschr. 1864 S. 335 u. Hofmeister, Zeitschr. f. physiol. Chemie 1878—79 S. 295.

Zunächst will ich die Modificationen mittheilen, welche einige Reactionen der Albumosen und Peptone im Harn erleiden.

Zur Ausführung der Biuretreaction muss man einen gewissen Ueberschuss der Natronlauge zugeben; es genügt nicht, den Harn, wie etwa eine Verdauungslösung durch einen oder einige Tropfen Lauge stark alkalisch zu machen. Es bleibt in diesem Falle wie in einer gesättigten Ammoniumsulfatlösung die Reaction völlig aus. Ich vermuthe, dass auf ein Uebersehen dieses Umstandes die allein stehende Angabe Schmidt-Mülheims[1]) zurückzuführen ist.

Ist der Harn stark gefärbt, so wird die Biuretreaction allerdings beeinträchtigt, indessen kann ein halbwegs Geübter nur dann in Zweifel kommen, wenn es sich um Spuren der gesuchten Körper handelt. In diesem Falle aber erkennt man stets die Reaction, wenn man den alkalischen Urin mit einigen Tropfen Kupferlösung (1 : 100) vorsichtig überschichtet und kurze Zeit wartet, als rothen Ring an der Grenze der beiden Flüssigkeiten.

Die Sättigung des Harns mit Ammoniumsulfat ergibt an und für sich schon in den meisten Harnen der Hunde eine geringe Ausscheidung von Uraten, die hierdurch vollkommen, durch Steinsalz zum grössten Theil, unlöslich werden. Bei Kaninchen erhält man dagegen durch die Sättigung des Harns mit dem Ammonsalz regelmässig eine bedeutendere Ausscheidung eines dunkelgefärbten, vielleicht mucinartigen Körpers, der sich in verdünnten Alkalien und Kalkwasser leicht löst.

Im Gegensatz zu den Eiweisskörpern ist der Nachweis der Albumosen durch Ferrocyankalium und Essigsäure weder im Harn noch sonst in thierischen Flüssigkeiten anwendbar, da diese Reaction durch alle Salze wenigstens zunächst, durch manche wie das Ammoniumsulfat (in einer Lösung von 2 %) völlig, verhindert wird.

Da Flüssigkeiten, welche Urate enthalten, bei Zusatz von Kupfersulfatlösung harnsaures Kupfer ausscheiden, ist auch dieses Reagenz für die meisten Harne nicht brauchbar.

Dass selbst die geringsten Mengen in die Blutbahn gelangter Peptone oder Albumosen bei Hunden sowohl wie bei Kaninchen

1) Du Bois-Reymonds Archiv f. Physiologie 1880 S. 56.

unter normalen Verhältnissen durch den Harn ungemein schnell zur Ausscheidung gelangen, kann keinem Zweifel unterliegen. Ich habe die Versuche Hofmeisters[1]) nach dieser Richtung wiederholt und kann dieselben durchaus bestätigen.

Einem Kaninchen von 2,5 k wurden 1,5 g Antipepton und dieselbe Menge Protalbumose in 20 ccm Kochsalzlösung (0,5%) innerhalb 20 Min. in die Vena jugularis gespritzt. Genau nach 10 Min. wurde das Thier durch Decapitation getödtet.

Im Blute waren weder Spuren vom Pepton noch von der Albumose zu finden. Dagegen enthielt die Blase 15 ccm hellgelben Urins, von dem eine Probe mit Natronlauge übersättigt beim Zusatz von wenig Kupfersulfat sich verhielt wie eine concentrirte Verdauungslösung, nämlich blau-schwarz wurde, erst nach dem Eingiessen in Wasser trat die rothe Farbe der Biuretreaction deutlich hervor. Uebrigens war sowohl die Albumose wie das Pepton im Harn vorhanden.

So auffallend diese rapide Ausscheidung der Verdauungsproducte durch die Nieren auch sein mag, noch merkwürdiger ist die Thatsache, dass in einem zweiten Versuch, der genau und unter denselben Verhältnissen angestellt wurde wie der erste, aber mit dem Unterschiede, dass vor Beginn der Einspritzung die Ureteren unterbunden wurden, ebenfalls nach 10 Min. das Blut von den Verdauungsproducten völlig frei war.

Nach Hofmeister wird in diesem Falle, wie schon erwähnt, eine geringe Menge der Verdauungsproducte in gewissen Organen, nämlich den Nieren und der Milz abgelagert, der grössere Theil dagegen wird nach ihm vielleicht in den Darm ergossen. Diese Hypothese ist um so weniger von der Hand zu weisen, als auch der im Organismus gebildete Harnstoff nach den bekannten Versuchen Cl. Bernard's diesen Weg nimmt, falls man die Ureteren unterbindet oder die Nephrotomie ausführt.

Ich habe mich in nur wenigen Versuchen auch mit dieser Frage beschäftigt, ohne indessen bisher zum Abschluss gekommen zu sein.

Auch nach subcutaner Injection der Albumosen und Peptone lassen sich dieselben längere Zeit hindurch im Harn, namentlich

1) Zeitschr. f. physiolog. Chemie 1881 S. 129.

nach Concentration desselben bei 50° deutlich nachweisen. Auffallend ist hierbei die äusserst langsame Resorption wenigstens der Albumosen. Bei einem Kaninchen, dem ich 4 Tage zuvor 2,5 g Protalbumose unter die Haut gespritzt hatte, fand ich die Muskulatur um den Stichkanal in einem grossen Umkreise geschwulstartig aufgetrieben in Folge ödematöser Durchtränkung. An dieser Stelle liess sich eine Flüssigkeit auspressen, die noch deutliche Mengen von dem Verdauungsproducte enthielt.

Erwähnenswerth ist, dass besonders junge Thiere gegen die Einspritzung der Peptone und Albumosen, auch wenn dieselbe ganz allmählich geschieht, sehr empfindlich sind. Ein völlig gesunder, acht Wochen alter Hund von 2 kg Körpergewicht, dem ich 1,0 g Protalbumose in 20 ccm Flüssigkeit in die Vena jugularis spritzte, starb eine Stunde nach beendeter Operation, ohne aus der Narkose zu erwachen. Auch Kaninchen vertragen grössere Dosen schlecht. Ein aussergewöhnlich starkes Kaninchen von 3 kg Körpergewicht, dem ich 3,5 g Heteroalbumose einspritzte, starb eine Viertelstunde nach der Operation ganz plötzlich unter apoplectiformen Erscheinungen, ein anderes von 2 kg, welches 3,0 g Protalbumose erhalten hatte, starb nach sechs Stunden.

Die Section ergab bei allen in Folge der Injectionen gestorbenen oder kurze Zeit darauf getödteten Kaninchen wie Hunden: Blutungen im Mesenterium, einige Mal auch in die freie Bauchhöhle, Hyperämien und Hämorrhagien in verschiedenen Organen. Nur bei einem Kaninchen, welches übrigens am Leben blieb, beobachtete ich Hämaturie, bei dem erwähnten jungen Hunde Blutungen in den Darm und noch während des Lebens aus dem After. Das Gehirn war dagegen regelmässig anämisch. Es erhellt, wie auch diese Erscheinungen nicht minder wie das von Früheren [1]) beobachtete Absinken des Blutdrucks, Narkose und Aufhebung der Gerinnbarkeit des Blutes, die Auffassung der Peptone und Albumosen als normale Blutbestandtheile eben nicht befestigen können.

---

1) Vgl. Schmidt-Mülheim: Du Bois-Reymond's Archiv 1880 S. 50 u. 54 Fano, a. a. O. 1881 S. 277, Pollitzer, Verhandl. des Naturhist.-med. Vereins zu Heidelberg N. F. Bd. 3 S. 292.

Neuerdings haben J. Ott und Ch. Collmar[1]) nach der Einspritzung von Albumosen und Peptonen auch eine Temperatursteigerung beobachtet. Ich konnte eine solche beim Hund wie Kaninchen wenigstens unmittelbar nach der Injection nie constatiren.

Nunmehr will ich die Versuche mittheilen, wie ich sie an älteren Hunden ausführte.

Denselben wurde Protalbumose, Heteroalbumose, die durch weitere Verdauung der letzteren entstandene Deuteroalbumose, Amphopepton sowie Antipepton injicirt. Die Albumosen waren nach der vorstehend angegebenen Methode gereinigt, wurden also durch Sättigung ihrer Lösungen mit Ammoniumsulfat vollständig gefällt. Die Ausscheidung erfolgte vornehmlich mit dem ersten Urin und war meist mit dem zweiten vollendet. Auf quantitative Bestimmungen nach den bisher angewandten Methoden habe ich hierbei verzichtet, doch gewann ich den Eindruck, dass die ausgeführten Mengen von den eingeführten nicht bedeutend differirten.

Aus der Untersuchung der ausgeschiedenen Producte ergab sich folgendes Resultat:

Die Albumosen erleiden bis zu ihrem Erscheinen im Harn eine ausgesprochene Hydratation im Sinne der peptischen Verdauung. Es werden nämlich die beiden primären Albumosen grösstentheils oder auch vollständig in ihre Deuteroalbumosen, und eingeführte Deuteroalbumosen in die entsprechenden Peptone übergeführt. Dagegen erscheinen die Peptone unverändert im Urin.

Dies ergab sich aus folgenden Versuchen:

Einem Hunde von 7 kg wurden 4,0 g Protalbumose in 25 ccm Soda (0,4%) in die Vena jugularis gespritzt. Der Harn war schwach alkalisch.

Ein Hund von 6 kg erhielt 2,0 g Protalbumose in 20 ccm Kochsalzlösung (0,5%). Der Harn war stark sauer.

Von den Harnen wurde eine Probe mit Ammoniumsulfat durch Verreiben gesättigt. Es erfolgte reichliche Albumosenausscheidung,

---

1) The Medical News, 19. Febr. 1887.

aber in beiden Fällen keine vollständige, denn das Filtrat mit Natronlauge übersättigt, gab mit wenig Kupferlösung starke Biuretreaction, die nur von Deuteroalbumose oder Pepton herrühren konnte. Die Hauptmenge des Harns wurde genau neutralisirt und mit Steinsalz gesättigt. Der entstandene Niederschlag war in dem einen Falle gering, in dem anderen entstand kaum eine Trübung. Reichliche Fällung war dagegen wahrzunehmen als salzgesättigte Essigsäure schliesslich tropfenweise zugegeben wurde. Eine vollkommene Ausscheidung aller Albumosen konnte hierdurch aber in keinem Falle herbeigeführt werden, wie die starke Biuret- und Salpetersäurereaction des noch Deuteroalbumose haltigen Filtrats bewies.

Einem Hunde von 6 kg wurden 3,0 g Heteroalbumose in 20 ccm Soda (0,4%) injicirt. Der Harn war schwach sauer.

Ein Hund von 3 kg erhielt 2,0 g Heteroalbumose in 20 ccm Soda (0,4%). Der Harn war neutral.

Hier kamen in einer Harnprobe nach der Sättigung mit Ammoniumsulfat zwar die Albumosen völlig zur Ausscheidung, und gab daher das Filtrat, da auch Pepton nicht vorhanden war, keine Biuretreaction, aber demnach konnten, wie oben in der Hauptmenge des Urins, die Albumosen durch salzgesättigte Essigsäure nur unvollkommen gefällt werden. Eine Portion des Harns gab nach Abscheidung von etwas Heteroalbumose durch Dialyse noch starke Biuret- und Salpetersäurereaction, blieb dagegen durch Sättigung mit Steinsalz völlig klar, um erst durch salzgesättigte Essigsäure starke Fällung zu erfahren. Es war demnach auch im Organismus aus der Hetero- eine Deuteroalbumose entstanden, die im Gegensatz zu der aus der Protalbumose hervorgehenden durch die Sättigung ihrer Lösung mit Ammoniumsulfat vollkommen ausgeschieden wird.

Für den Versuch, ob in die Blutbahn getretene Deuteroalbumosen im Harn als Peptone erscheinen, ist die Injection der aus der Protalbumose hervorgehenden nicht zweckmässig, da sie, wie ich in der vorhergehenden Mittheilung gezeigt habe, in gesättigte Ammoniumsulfatlösung in genügender Menge übergeht, um die Biuretreaction deutlich zu geben. Verwendbar dagegen ist die durch das genannte Salz vollkommen ausfällbare Deuteroalbumose aus Heteroalbumose sowie die der tryptischen Verdauung.

Einem Hunde von 2,5 kg wurden 0,5 g Deuteroalbumose aus Heteroalbumose in 10 ccm Kochsalzlösung (0,5 %), einem anderen von 3 kg wurden 2,5 g von derselben Substanz in 20 ccm injicirt. Die Harne waren in beiden Fällen stark sauer.

Die Harne zeigten starken Peptongehalt, kenntlich an dem Ausfall der Biuretreaction in den Filtraten der mit Ammoniumsulfat gesättigten Urinproben.

Das Antipepton wurde in der geringen Menge von 0,25 g einem Hunde von 3 kg, vom Amphopepton 2,5 g einem Hunde von 6 kg injicirt.

Beide Peptone erschienen prompt im Harn. Dagegen ist es mir im letzteren Falle nicht gelungen, etwa die Endproducte der tryptischen Verdauung, also Tyrosin, Leucin oder den mit Brom oder Chlor violett werdenden Körper, nach den üblichen Methoden im Harn nachzuweisen.

Es fragt sich nunmehr, wo diese Verdauung der Albumosen stattfindet.

Zunächst habe ich das Blut hierauf untersucht. Es wurde direct der Arterie eines Hundes entnommen, zum Theil auch durch Salz gerinnungsunfähig oder durch Aether etwas lackfarben gemacht und bei Körpertemperatur mit äusserst geringen Mengen Protalbumose digerirt. Aber so wenig dasselbe die Albumosen und Peptone verschwinden lässt, ist er ausser Stande, dieselben zu verdauen.

Von Organen konnten hierbei wohl nur die Leber und die Niere in Betracht kommen. Da ein Zerreiben und längeres Behandeln der völlig frischen Drüsen mit verdünnten Lösungen von Protalbumose in 0,5 Kochsalz bei 40° ein negatives Resultat ergab, benutzte ich zur Entscheidung dieser Frage die künstliche Durchblutung der Organe nach Ludwig.

Einem grossen Hund wurde die Carotis geöffnet, das ausströmende Blut durch Schlagen sofort zur Gerinnung gebracht, das abgeschiedene Fibrin durch Leinwand schnell entfernt, das Filtrat auf das doppelte Volumen mit vorgewärmter Kochsalzlösung von 0,5 % verdünnt und die gesammte Flüssigkeit auf 1 % Protalbumose gebracht. Dieses Blut nunmehr auf 38° erwärmt und in einem hängenden Wasserbad bei dieser Temperatur erhalten, konnte je nach der Hochstellung des Apparates unter wechselndem Druck aus

einer Hebervorrichtung, die mit einem Manometer in Verbindung stand, ausströmen.

Mittlerweile war die Bauchhöhle des verbluteten Thieres geöffnet worden. Dasselbe lag in einer grossen Wanne, die 0,5% Kochsalzlösung von constant 40° enthielt.

Nachdem in die Vena pancreatica die zuführende Canüle gebunden war, strömte nach Unterbindung der unteren Hohlvene die Flüssigkeit unter einem Druck von 20 mm Hg in die Leber und trat tropfenweise aus der oberen Hohlvene, welche von der Brusthöhle aus ebenfalls mit einer Canüle nebst Abflussrohr versehen war.

Das austretende Blut wurde in einzelnen Portionen aufgefangen, aber in keiner einzigen war eine Spur von Deuteroalbumose oder Pepton entstanden, da nach Sättigung derselben mit Ammoniumsulfat im Filtrat die Biuretprobe negativ ausfiel.

Bei dieser Gelegenheit habe ich in genau derselben Anordnung auch Blutflüssigkeit mit einem Gehalt von 0,1% Antipepton durch die Leber eines zweiten Hundes geleitet. Dasselbe verschwand durchaus nicht, wie dies nach der Eingangs erwähnten Angabe von Plósz und Gyergyai hätte der Fall sein müssen.

Für den entsprechenden Versuch an der Niere eines dritten Hundes wurde die Durchströmungsflüssigkeit, welche 1% Protalbumose hielt, ganz wie vorher vorbereitet.

Die Einflusscanüle wurde von der aufgeschnittenen Aorta aus in die A. renalis eingeführt und hier festgebunden. Die Flüssigkeit strömte dann aus einer Canüle der unteren Hohlvene, welch letztere oberhalb der Vena renalis durch eine Ligatur verschlossen war.

Irgend eine Veränderung der Protalbumose konnte ich ebensowenig wie ein Verschwinden unmittelbar darauf durch die andere Niere geleiteten Antipeptons constatiren.

Es ist hierbei darauf aufmerksam zu machen, dass die Biuretreaction sehr verdünnter Peptonlösungen, aus welchen die Eiweisskörper durch Ammoniumsulfat abgeschieden wurden, die also noch die übrigen Bestandtheile des Blutes enthalten, nicht beständig ist, indem die nur kurze Zeit rothe Farbe bald ins Gelbliche umschlägt.

Da die Albumosen vor ihrer Ausscheidung eine gewisse Zeit in der Blase verweilen, liegt es schliesslich nahe, auch den Harn

als die mögliche Stätte dieses Verdauungsvorganges heranzuziehen, umsomehr als durch Grützner[1]) beim Menschen wie beim Hund ein constanter Gehalt des Urins an Pepsin nachgewiesen ist. Auf der anderen Seite aber ist bekannt, dass der Harn in Folge seines hohen Salzgehaltes einer peptischen Verdauung gänzlich unfähig ist, auch schon deshalb, weil er seine Reaction ja nicht freier Säure, sondern sauren Salzen verdankt. Er erlangt erst digestive Fähigkeit nach starker Verdünnung durch Zusatz einer entsprechenden Säuremenge. Endlich ist eine peptische Verdauung in der Blase ausgeschlossen, weil die Hydratation in einem der mitgetheilten Versuche auch bei alkalischer Reaction des Urins stattfand. In der That ergab der Versuch, dass weder saurer menschlicher Urin vom spec. Gew. 1,028, noch saurer Hundeharn innerhalb 24 Stunden bei 40° Fibrin, Prot- und Deuteroalbumose irgendwie veränderten.

Grützner sowie nach ihm Sahli[2]) wollen nun auch Trypsin im menschlichen Harn gefunden haben, und könnte man demnach an eine tryptische Verdauung selbst in schwachsauren Harnen denken. Abgesehen aber davon, dass in diesem Falle die Protalbumose sowie das Amphopepton reichliche Mengen von Amidosäuren hätten bilden müssen, ist diese Verdauung ausgeschlossen, weil der Harn dieses Ferment, wie bereis Leo[3]), H. Hoffmann[4]) und Stadelmann[5]) feststellten, gar nicht enthält.

Ich habe die Versuche Sahli's genau nach seinen Angaben vielfach mit Harn vom Menschen, Hund und Kaninchen wiederholt. Eine Verdauung gekochten oder auch rohen Fibrins sowie der Protalbumose war in den alkalisch gemachten und verdünnten Harnen selbst nach 24 Stunden niemals wahrzunehmen. Wird das Fibrin sehr fein vertheilt, so kann allerdings etwas Globulin in die Sodalösung übergehen, was indessen doch nicht als Verdauungsvorgang zu bezeichnen ist.

---

1) Neue Untersuchungen über die Ausscheidung und Bildung des Pepsins, Breslau 1875.

2) Inaugural-Dissertation, Bern 1885.

3) Pflügers Archiv f. d. g. Physiologie Bd. 37 und 39.

4) Du Bois-Reymond's Archiv f. Physiologie 1887 S. 148.

5) Diese Zeitschr. S. 226.

In seiner Arbeit weist Sahli darauf hin, dass der unverdünnte, wenn auch alkalisch gemachte Harn die tryptische Verdauung verhindere. Dies ist allerdings für die des Fibrins vollkommen richtig.

Menschlicher Harn deutlich sauer wurde aufgekocht und hatte hierauf bei 30° das spec. Gew. 1,026. Nach Uebersättigung desselben mit Natriumcarbonat in Substanz bis zur deutlich alkalischen Reaction wurden die ausgeschiedenen Erdsalze abfiltrirt und zur Flüssigkeit nebst wenig Thymol sehr wirksames reines Trypsin gegeben, welches weder Albumosen noch Peptone enthielt. Die Lösung hatte nunmehr das spec. Gew. 1,033. Je 30 ccm derselben liess ich auf frische und gekochte Fibrinflocken einwirken, indessen gingen nicht einmal Spuren davon in Lösung. Als ich aber die gleichen Portionen mit vorher aufgekochter Protalbumose und mit Deuteroalbumose aus Heteroalbumose digerirte, wurde schnell deutlicher Uebergang der Albumosen in ihre Peptone, also eine Verdauung wahrgenommen.

Letztere Beobachtung ist in doppelter Beziehung von Interesse. Zunächst beweist auch sie, dass Trypsin im Harn nicht vorhanden ist, sonst müsste er ja im Stande sein, nach einfacher Alkalisirung durch Soda die Albumosen in Peptone überzuführen, was nach dem Vorstehendem nicht einmal im verdünnten Urin der Fall ist. Ferner ist aus ihr zu folgern, dass im Harn nur deshalb das Trypsin gegen Fibrin unwirksam ist, weil der hohe Salzgehalt eine Lösung des Eiweisskörpers verhindert. Ich habe früher [1]) darauf hingewiesen, dass die Globulinsubstanz, welche lediglich bei der Einwirkung auf Fibrin, nicht auf andere Eiweisskörper beobachtet wird, als ein specifisches Product der tryptischen Verdauung nicht aufzufassen ist und demnach die Erstwirkung des Ferments nur ein Lösungsprocess sei, der durch Neutralsalz oder Soda schon in geringem Grade eingeleitet, durch die Gegenwart des Trypsins nur bedeutend verstärkt wird.

Es erhellt, wie die mitgetheilte Thatsache meiner Ansicht, trotz der gegentheiligen A. Hermann's [2]), noch mehr Grundlage verleiht.

Wir sahen also, dass weder in der Blutbahn, noch in der Harn-

---

1) Zeitschr. f. Biologie Bd. 28 S. 398.

2) Zeitschr. f. physiologische Chemie 1887 S. 524.

blase dieser Verdauungsvorgang stattfindet. Es bleibt demnach nur übrig, in die Harnkanälchen diese Erscheinung zu verlegen, um so mehr, als bekanntlich die Nierensubstanz auch bei alkalischer Beschaffenheit des Urins stets sauer reagirt. Hierbei müsste man sich allerdings mit der Hypothese begnügen, dass in den Harnkanälchen oder deren Epithelien bei momentaner Gegenwart von freier Säure und Pepsin Mischungsverhältnisse gegeben sind, welche die Verdauung ermöglichen.

Gelegentlich der Untersuchung des Urins von Hunden auf Pepsin, unterzog ich auch den Kaninchenharn einer solchen Probe. Ich bediente mich hierbei der vortrefflichen v. Wittich'schen Methode[1]) mit fein zerschnittenem rohen Fibrin, indem ich zugleich den Harn, um ihn haltbar zu machen, mit Salzsäure stark ansäuerte.

Während gleichzeitig ausgeführte Controlversuche im Harn von Hunden stets einen starken Gehalt an Pepsin ergaben, konnte ich im Kaninchenharn unter den verschiedensten Ernährungsverhältnissen nie die geringsten Spuren davon entdecken.

Es lag nunmehr nahe, meine Vermuthung, dass die bei Hunden beobachtete Verdauung in die Blutbahn eingeführter Albumosen durch peptische Wirkung in den Nieren zu Stande komme, einer Prüfung zu unterziehen, da eine Hydratation der eingespritzen Albumosen unter diesen Verhältnissen ja beim Kaninchen fortfallen musste.

Es wurden bei Kaninchen von 2—2,5 kg Gewicht in die Vena jugularis injicirt: 3 g Protalbumose resp. 2 g Heteroalbumose je in 20 ccm Sodalösung (0,4%), ferner 2 g Deuteroalbumose aus Heteroalbumose resp. 3 g Protalbumose je in 15 ccm Kochsalzlösung (0,5%). Der Harn der Thiere, welche reichlich Grünfutter erhielten, war immer stark alkalisch.

Die primären Albumosen wurden in den neutralisirten Harnen durch Steinsalz reichlich, nach weiteren Zusatz salzgesättigter Essigsäure vollkommen ausgefällt. Das Filtrat hiervon gab ebensowenig wie das einer mit Ammoniumsulfat gesättigten Harnprobe Biuretreaction. Die ausgeschiedene Deuteroalbumose enthielt kein Pepton.

Hiernach ergab sich also, dass im Gegensatz zum Hund beim Kaninchen niemals eine Verdauung der in die

1) Pflügers Archiv f. d. g. Physiologie Bd. 5 S. 443.

Blutbahn eingeführten Albumosen statt hatte, und dass dieselben vollkommen unverändert im Harn erschienen.

Dass nach diesem Resultat jene im Organismus des Hundes beobachtete Veränderung der Albumosen als eine Pepsinwirkung in den Nieren betrachtet werden muss, bedarf wohl kaum weiterer Erhärtung.

Endlich habe ich versucht, ob auch direct in die Blutbahn von Hunden gebrachte Eiweisskörper einer Verdauung anheimfallen, wiewohl bekanntlich eine Ueberführung derselben in Albumosen schwerer von Statten geht, als die weitere Hydratation bereits gebildeter Verdauungsproducte.

Als ich einem Hunde von 2,5 kg 75 ccm einer Sodalösung von 0,5% injicirte, welche mit Albumin aus Rinderserum völlig gesättigt war, erschien kein Eiweiss im Harn, indem bei intacten Nieren wahrscheinlich nur dem Blute fremde Proteïde zur Ausscheidung gelangen. Dagegen trat reichlich Albuminurie ein, als ich demselben Hunde mit dem gleichen Volumen Wasser verdünntes und filtrirtes Hühnereiweiss in die Vena jugularis spritzte.

Der Harn wurde bei 50° zur Trockne verdunstet und nach der früher angegebenen Methode vier Wochen unter Alkohol aufbewahrt. Nach dem Ausziehen mit wenig Wasser bekam ich eine schwache, aber deutliche Biuretreaction.

Ich will auf diesen einzelnen Versuch, obgleich er positiv ist, kein Gewicht legen, umsoweniger, als die Alkoholbehandlung nach Alexander Schmidt[1]) manche Eiweisskörper nicht absolut unlöslich machen soll und ich unterlassen habe, das Hühnereiweiss nach dieser Richtung zu controliren.

Es müssen jedenfalls in dieser Frage, welche auch zahlreiche frühere Beobachtungen von pathologischer Peptonurie neben Albuminurie, sowie die der massenhaften Ausscheidung primärer Albumosen bei der Osteomalacie[2]) berührt, noch weitere Versuche angestellt werden.

---

1) Pflügers Archiv f. d. g. Physiologie Bd. 13 S. 108.

2) Vgl. W. Kühne, Zeitschr. f. Biologie 1883 S. 209 und W. Kühne u. Chittenden, a. a. O. 1884 S. 41.

Ueber die eiweisssparende Wirkung der Cellulose bei der Ernährung der Herbivoren.

Entgegnung.

Von

Prof. Dr. W. v. Knieriem.

Im XXII. Bande der Zeitschrift für Biologie S. 373 ff. theilt H. Weiske seine in Gemeinschaft mit B. Schulze und E. Flechsig angestellten Versuche über den obigen Gegenstand mit und kommt am Schluss zu einer Besprechung der von mir über denselben Gegenstand früher veröffentlichten Versuche, zu der ich mir im Folgenden einige Bemerkungen erlaube, um dann auf die von ihm angestellten Versuche selbst einzugehen.

Weiske bespricht zuerst den Theil meiner Arbeit, welcher über die Verdaulichkeitsverhältnisse der Rohfaser handelt, und sucht die von ihm gefundene grössere Verdaulichkeit der Rohfaser durch den Verdauungskanal des Menschen durch den Umstand zu erklären, dass bei meinem Versuche die Rohfaser in rohem, bei ihm in gekochtem Zustande verfüttert worden ist. Ganz abgesehen davon, dass das Kochen die Verdaulichkeit der Nahrungsmittel bekanntlich nicht so weit (4,4—25,32% bei meinem Versuch, 47,3—62,7% bei Weiske) zu erhöhen vermag, befindet sich Weiske hierbei in einem Irrthum. Die Wurzeln der Scorzonera hispanica wurden, wie ausdrücklich hervorgehoben, als Gemüse bereitet verzehrt, und wer je diese Wurzel

gesehen, wird sich wohl kaum denken können, dass dieselbe im rohen Zustande ein so beliebtes menschliches Nahrungsmittel abgibt. Die zarten Blätter der Lactuca wurden, wie ich es ausdrücklich bemerkt, roh verzehrt. Ich kann mir die hohe Verdaulichkeit der Rohfaser bei dem Weiske'schen Versuche nicht anders erklären, als dass die von ihm angewandten Gemüsearten eine weniger resistente Rohfaser enthalten, wie ich dieses ja auch beim Kohl und den Möhren beim Kaninchen gefunden habe. Während die Kaninchen von der Heurohfaser nur 52% verdauten, wurde die Möhrenrohfaser zu 65,3%, die Kohlrohfaser zu 77,99% verdaut.

Weiske spricht S. 397 seine Verwunderung darüber aus, dass die Kohlrohfaser, die früher zu 77,99% verdaut worden ist, bei dem dritten Fütterungsversuch kaum verdaut ist und sucht die Erklärung dafür in dem Umstande, dass von früher verabreichter Nahrung noch Rohfaser im Darm gewesen sei, indem er auf die von ihm in Periode V erhaltenen Zahlen hinweist.

Bei ihm hat aber die Haferstrohfütterung am 29. März aufgehört, so dass in dem Koth der gleich darauf folgenden Periode bis zum 5. April noch grosse Mengen Rohfaser enthalten sein mussten, während ich ein durch eine 16 tägige Fütterung (16. November bis 3. December) rohfaserfrei gemachtes Kaninchen (a. a. O. S. 89) zu dem Versuch benutzte. Der Grund für die geringe Verdaulichkeit der bei diesem Versuch verfütterten Rohfaser besteht theils in dem abnormen Ernährungszustand, in welchem sich das Thier befand, theils in der Beschaffenheit der Rohfaser selbst.

Jeder, der Rohfaserbestimmungen ausgeführt hat, wird die Beobachtung gemacht haben, dass die isolirte Rohfaser bei den Rauhfutterarten nahezu dieselbe Structur beibehalten hat, welche sie in dem ursprünglichen Material besass, während sich dieses bei dem wenig verholzten Gemüse ganz anders verhält. Hier hat die nach der Henneberg'schen Methode dargestellte Rohfaser im feuchten Zustande eine mehr schleimige, aufgequollene Beschaffenheit, nach dem Trocknen wird dieselbe hornartig zähe, so dass schon a priori die Verdaulichkeit dieser Rohfaser als sehr gering angenommen werden musste.

Die Hälfte der Rohfaser war ferner in Form von Sägespähnen gegeben, wo der Verdaulichkeitscoefficient nach S. 88 sich nur zu 20,49% herausgestellt hatte. Dass der Körperzustand die Verdauung der Rohfaser bedeutend beeinflusst, liegt auf der Hand, ist ausserdem aus einem von C. Koch in Peterhof unter meiner Leitung ausgeführten Versuch ersichtlich. Um die Menge an stickstoffhaltigen Stoffwechselproducten zu bestimmen, bekam ein Kaninchen, nachdem es längere Zeit Milch mit Rohfaser erhalten, mehrere Tage lang beinahe vollständig stickstofffreie Rohfaser und stickstofffreien Zucker, bei welcher Nahrung ein Thier am vierten Tage schon verhungerte, ein anderes dagegen sieben Tage im Versuch belassen werden konnte. Am 2., 3. und 4. Tage wurden 57,64% Rohfaser verdaut, am 5., 6. und 7. Tage dagegen nur 34,29%. Bei Stickstoffhunger ist also die Verdauungsfähigkeit der Thiere für die Rohfaser bedeutend geschwächt; die in meiner Arbeit S. 134 ausgesprochene Vermuthung, die geringe Verdaulichkeit der bei diesem Versuch verfütterten Rohfaser sei theils in dem abnormen Ernährungszustand begründet, lässt sich daher vollständig aufrecht erhalten (vgl. Pfeiffer, J. f. Landwirthschaft 1885 S. 173.) Dass das Versuchskaninchen bei dem Beginn des Versuches rohfaserfrei war, war S. 89 bereits erwähnt, ebenso hatte ich in der Anmerkung S. 124 auf die zähe Beschaffenheit der aus Kohlblättern dargestellten Rohfaser hingewiesen, trotzdem übergeht Weiske dieses und schreibt die geringe Verdaulichkeit dem Umstand zu, dass der Verdauungskanal des Kaninchens noch unverdauliche Reste der früheren Nahrung enthalten habe, die geringe Verdaulichkeit also nur eine scheinbare gewesen sei. Für seine Ansicht führt erner Weiske den Umstand an, dass die Kothmenge in der ersten Periode eine unverhältnissmässig grosse gewesen sei. Dass dieses keineswegs der Fall gewesen, lässt sich leicht zeigen. Das Thier hatte seit dem 23. November dasselbe Futter erhalten und regelmässig verzehrt, so dass ich wohl berechtigt bin, anzunehmen, dass der Koth der ersten Periode sämmtliche der Fütterung dieser Periode entsprechenden Nahrungsresiduen enthalten musste. In dieser Periode erhielt das Thier

15 g Hornspähne: für den Koth 12,9 g Trockensubstanz
75 g Albumin = 60,55 g Eiweiss
(61,1% Eiweiss verdaut nach S. 132)
davon im Koth 23,6 g Trockensubstanz
0,6 g fettähnliche Substanz[1])
Summa 37,1 g ohne Salze, Sand etc.

Der Wassergehalt des frischen Kothes (64 g) ist mir leider in diesem Fall nicht bekannt, (der zur Analyse hergerichtete Koth, auf den alle Bestimmungen bezogen wurden, wog 46,7 g); nehme ich denselben bei dieser Fütterung nach andern mir zu Gebote stehenden Bestimmungen zu 40% an, so erhalte ich 38,4 g Trockensubstanz, eine Zahl, die der theoretisch berechneten Trockensubstanzmenge vollständig entspricht und mit der Kothmenge in der zweiten Periode gut übereinstimmt.

Hier wurden 109 g frischer Koth ausgeschieden:
enthaltend 9,3 g trockene Hornspähne
14,33 g Eiweiss,
38,39 g Rohfaser,
0,55 g fettähnliche Substanz
Summa 62,57 g ohne Salze und Sand.

Der Koth dieser Periode war etwas wasserreicher, was schon daraus zur ersehen, dass die zur Analyse hergerichtete Substanz nur 72 g wog (bei gleichem Wassergehalt wie in Periode V wären es ca. 79 g gewesen).

Nehme ich trotzdem den Wassergehalt zu 40% an, so erhalten wir im Koth 65,4 g Trockensubstanz. Es ist also aus diesen Erwägungen ersichtlich, dass die Kothmengen der I. und II. Periode durchaus normale waren, in der III. Periode wurde freilich, weil das Thier in allen seinen Functionen entschieden zu sehr geschwächt war, verhältnissmässig zu wenig Koth geliefert.

Weiter bespricht Weiske den zweiten Theil meiner Arbeit, der über den Nährwerth der Cellulose handelt, und erlaube ich mir auch hier auf einige Irrthümer seinerseits einzugehen.

1) Die Fettbestimmung im Koth ist in meiner Arbeit nicht aufgeführt, da sie weiter kein Interesse beansprucht.

Die Fütterung mit rohfaserfreier Nahrung bei dem ersten Kaninchenversuch hatte schon am 23. Mai begonnen, und nahmen die Stickstoffbestimmungen erst am 4. Juni ihren Anfang. Allerdings kamen bedeutende Schwankungen in der pro Tag ausgeschiedenen Stickstoffmenge vor, doch nicht so bedeutend, wie Weiske sie bei dem von ihm angestellten Kaninchenversuch II gefunden (0,63 und 3,55 g Stickstoff am 2. Juni und 23. Mai).

Aus diesem Grunde habe ich in dem zweiten Versuch auch mit zwei Versuchsthieren gearbeitet und haben sich die Schwankungen infolgedessen auch sehr ausgeglichen. Ich bin selbst weit davon entfernt, diesem ersten mehr orientirenden Versuch volle Beweiskraft zuzuschreiben und habe auch selbst S. 95 ausgesprochen, dass meine Ansicht von der eiweisssparenden Wirkung der Rohfaser durch den darauffolgenden Igelversuch an Wahrscheinlichkeit gewinnt, auch hätte ich diesen Versuch in die Arbeit nicht mit hineingenommen, wenn nicht der Unterschied in dem Einfluss der Rohfasergabe auf die Stickstoffausscheidung bei beiden Thieren ein so auffallender gewesen wäre. Mit dem Tage der Rohfaserfütterung fiel bei dem Kaninchen die Stickstoffausgabe, während bei dem Igel derartiges nicht zu bemerken war.

In ganz eigenthümlicher Weise legt Weiske seine Kritik an den zweiten Kaninchenfütterungsversuch, wenn man seine Auslassungen darüber überhaupt als eine Kritik bezeichnen darf, denn auf den Versuch geht Weiske gar nicht näher ein, sondern er begnügt sich mit der Bemerkung, dass dieser Versuch ein für meine Auffassung scheinbar günstiges Resultat ergeben habe.

Mir scheint nun gerade dieser Versuch keine andere Auslegung zuzulassen, als wie ich sie gegeben habe, und in dem Ansteigen des Harnstickstoffs erst am dritten Tage nach Beendigung der Rohfaserperiode (11. November) sehe ich insofern keinen Widerspruch mit dem Resultat des ersten Versuches, weil derselbe unter viel ungünstigeren Verhältnissen zur Entscheidung dieser Frage ausgeführt wurde, einfach weil das Thier sich im Stickstoffhunger befand.

Bei dem zweiten Versuch wird allerdings auch mehr Stickstoff ausgeschieden, als in der Nahrung enthalten war, aber nur während

der I. und III. Periode, wo das Thier auf eine Nahrung mit einem engen Nährstoffverhältniss angewiesen war. Dieses Ansteigen des Harnstickstoffs nach Beendigung der Rohfaserresorption ist für meine Auffassung gerade beweisend.

Zu der Kritik des Rohfaserversuches soll nun auch die Besprechung der letzten Periode mit starker Zuckergabe gehören. Weil das Resultat dieser Periode keine zuverlässigen Schlüsse erlaubt, so soll dieses auch mit den früheren Perioden der Fall sein — eine Logik, die stark willkürlich erscheint. Die Thiere nahmen hier das Futter unwillig auf und versagte das eine Thier dasselbe ganz, der Grund, weshalb der Versuch unterbrochen wurde. Nach den Zahlen ist die verstärkte Zuckergabe auf den Stickstoffumsatz allerdings ohne Einfluss geblieben, dafür ist aber ein starker Fettansatz eingetreten und hat ferner die CO_2-Ausscheidung durch die Lungen bedeutend zugenommen. Schon bei Besprechung der ersten Zuckerperiode (S. 113) wies ich darauf hin, dass durch Resorption von Zucker eine Fettablagerung mehr begünstigt zu werden scheint als durch Resorption der verdaulichen Theile der Rohfaser, während in Bezug auf Eiweissersparung sich das Umgekehrte zeigte; hier haben wir wieder dasselbe: eine grössere Eiweissersparung ist nicht eingetreten, während eine grosse Menge Fett der Nahrung zum Ansatz gelangte.

Ich bin auf Grund dieses Versuches keineswegs der Meinung, dass dieser Satz erwiesen ist, sondern habe nur auf diesen mir auffallend erscheinenden Umstand hinweisen wollen, denn dass während der letzten Periode der Stickstoffumsatz dieselbe Höhe beibehalten, wie während der schwachen Zuckerration, ist gewiss auffallend; entweder ist das eine Thier, welches später die Nahrung verschmähte, nicht mehr im normalen Gesundheitszustand gewesen, oder es ist sogar möglich, dass eine weitere Ersparung an Eiweiss durch Zucker überhaupt nicht eingetreten wäre, da nach Voit (Zeitschr. f. Biologie 1869 S. 436) die Eiweissersparung durch Kohlehydrate nicht bedeutend ist; „es wird nur ein kleiner Theil des Eiweisses, 5—15%, durch die Kohlehydrate dem Verderben entzogen". Durch die schwache Zuckergabe waren schon 15,3% Eiweiss erspart (S. 113).

Ferner wundert sich Weiske darüber, dass die erste Zuckerperiode, obgleich dieselbe nur vier Tage dauerte, als vollgültig

angesehen wird, während ich die Resultate der letzten Periode nur mit Reserve aufgenommen wissen will. Die Erklärung dafür ist sehr einfach. In der ersten Zuckerperiode verzehrten die Thiere ihr Futter gleich und verhielten sich sonst völlig normal, so dass anzunehmen war, dass der so leicht und schnell resorbirbare Zucker seinen Einfluss auf den Eiweissumsatz gleich äussern würde, wie dieses ja auch thatsächlich der Fall gewesen ist. Die starke Zuckerration behagte den Thieren aber offenbar nicht, das Futter wurde unregelmässig aufgenommen, der Koth nicht so regelmässig abgesetzt, alles Umstände, die mir eine Verlängerung dieser Periode als nothwendig erscheinen liessen, wollte man anders aus derselben sichere Schlüsse ziehen.

Wir kommen zum dritten Kaninchenfütterungsversuch. Auch diesen hat Weiske in einer Art besprochen, die deutlich zeigt, dass er den Versuch nicht aufmerksam genug verfolgt hat. Es werden einfach die gefundenen Zahlen mit einander verglichen, und kommt Weiske dabei zu dem Schluss, dass die Rohfaserbeigabe den Eiweissumsatz erhöht hat. Es ist ja wahr und, wie wir sehen werden, auch ganz in der Ordnung, dass in der zweiten Periode der Stickstoffumsatz steigt, aber dafür die Rohfaser, die bei diesem Versuch aus oben schon angeführten Gründen nicht einmal verdaut worden ist, verantwortlich zu machen, wie dieses Weiske S. 397 schliessen zu müssen glaubt, S. 409 aber allen Ernstes behauptet, scheint mir doch etwas rasch geurtheilt zu sein.

Der Grund des Ansteigens der Stickstoffausscheidung ist die Zuckerentziehung, und wundert es mich um so mehr, dass Weiske dieses nicht herausgefunden hat, (S. 130 steht: in Folge der Zuckerentziehung ist die Zersetzung ganz colossal gestiegen) da er doch eben bei dem vorigen Versuch den Einfluss des Zuckers auf die Stickstoffausscheidung so sehr betont.

Es ist hier der Einfluss der Zuckerentziehung auf den Stickstoffumsatz ein so ungewöhnlich starker, da der Körper des Kaninchens durch die vorhergegangene fettfreie Nahrung sehr fettarm geworden; das Thier konnte daher während der zuckerfreien Nahrung nur von seinem Körpereiweiss zuschiessen.

Das Ansteigen der Stickstoffausscheidung ist hier analog dem schon oft beobachteten Ansteigen des Stickstoffs bei Hungerthieren nach Zerstörung des Körperfettes, denn das Versuchskaninchen befand sich thatsächlich im Hungerzustande.

Wir kommen jetzt zu den von Weiske selbst angestellten Versuchen.

Als Versuchsthier zur Entscheidung der Frage über den Nährwerth der Cellulose bediente er sich eines Hammels. Es ist nun nicht zu leugnen, dass bei einem grösseren Thiere die Ausscheidungen im Allgemeinen regelmässiger verlaufen, die Versuchsfehler nach der einen Richtung hin bedeutend geringer werden, dafür ist aber die Fütterung bei grösseren Thieren häufig nicht so einzurichten, wie es für den Versuch wünschenswerth wäre, ein Umstand, der für das Resultat der Weiske'schen Versuche meiner Ansicht nach verhängnissvoll geworden.

Weiske's Hammelversuch umfasste fünf Perioden, und sollte zuerst ein stickstoffreiches, möglichst rohfaserfreies Futter gegeben werden, um weiter unter diesen für den Eiweissansatz günstigen Verhältnissen den Umsatz resp. Ansatz von Eiweiss bei Zugabe von Cellulose und Stärke zum Futter zu untersuchen. Als stickstoffreiches Hauptfutter wurde Bohnenschrot gewählt, dessen Verdaulichkeit die Periode I ergab. Da es nicht möglich war, Cellulose in Substanz dem Hammel beizubringen, so wurde an Stelle dessen ein möglichst cellulosereiches Futtermittel (Haferstroh) verabreicht. Durch einen Vorversuch war die Verdaulichkeit des Haferstroheiweisses zu 13,91% bestimmt.

Auf Grund der so gefundenen Verdaulichkeit der Eiweissstoffe wurden die Rationen der einzelnen Perioden so zusammengesetzt, dass immer die gleiche Menge verdaulichen Eiweisses den Thieren gereicht wurde. Diese Berechnung ist aber mit einem Fehler behaftet, den Weiske allerdings für so klein erachtet, dass er die nachfolgenden Resultate nicht zu beeinträchtigen im Stande ist, und werde ich versuchen, nachzuweisen, dass gerade dieser Fehler Weiske zu seiner Schlussfolgerung „der Werthlosigkeit der Cellulose als

Nährstoff" verleitet hat. Bei der näheren Betrachtung des Haferstrohversuches muss die geringe Verdaulichkeit der Eiweisssstoffe auffallen, und Weiske selbst meint, dass der aus der Differenz zwischen Futter und Faeces berechnete Verdaulichkeitscoefficient für letzteres etwas kleiner ausgefallen ist, als dem Thatbestande entspricht (S. 377). Ich glaube, dass derselbe sehr viel kleiner ausgefallen ist und zwar aus folgenden Gründen:

1. Es ist nicht anzunehmen, dass der Versuchshammel bei einem Futter, welches nur 2,60 g verdauliches Eiweiss pro Tag enthielt, nach 16 Tagen noch so gesund und kräftig gewesen wäre, dass er gleich darauf zu einem Versuch zu benutzen war.
2. Die bisher in der Literatur bekannten Verdaulichkeitsbestimmungen für Haferstroh haben den Verdaulichkeitscoefficienten für das Eiweiss zu 42,4% ergeben (Dietrich und König) und bei diesen ist eine Correction für den durch die Stoffwechselproducte herbeigeführten Fehler nicht angebracht, so dass diese Zahlen noch als zu niedrig angesehen werden müssen.

Der durch die Beimengung der Stoffwechselproducte zum Koth verursachte Fehler wird nun im Allgemeinen als zu geringfügig vernachlässigt, bei einem so stickstoffarmen Futtermittel, wie das Haferstroh es ist, ist es jedoch nicht statthaft, namentlich wenn daraufhin Futterrationen zu genauen Versuchen basirt werden sollen, wie Weiske es thut.

Nach Untersuchungen von C. Koch enthielt der Koth von mit stickstofffreier Rohfaser und Zucker gefütterten Kaninchen noch immer auf 100 g verdauter Trockensubstanz 0,4 g Stickstoff in Aether und Alkohol, 0,7 g Stickstoff in Aetheralkohol und Wasser löslich. Dieser Stickstoff, welcher bei der Versuchsanordnung nur von Gallenstoffen und anderen Stoffwechselproducten herstammen konnte, zeigt wieder, dass bei Fütterung mit stickstoffarmen Nahrungsmitteln der Stickstoff der Stoffwechselproducte nicht einfach vernachlässigt werden kann.

Legen wir bei dem Weiske'schen Haferstrohversuch diese Zahlen der Berechnung der Verdaulichkeit des Eiweisses zu Grunde, so

kommen wir zu ganz anderen Zahlen. Die Menge des verdaulichen Eiweisses steigt bedeutend, und es wird dadurch der Nachweis geführt, dass in der Haferstrohperiode II und IV mehr verdauliches Eiweiss den Thieren in der Nahrung gereicht ist, als während der Perioden I, III und V. Der gesteigerte Stickstoffumsatz gegenüber Periode III und V kann daher der Vermehrung des Futtereiweisses zugeschrieben werden, und dass nur eine geringe Vemehrung des Futtereiweisses den Stickstoffumsatz sofort zum Steigen bringt, ist ja eine durch die Arbeiten Voit's genugsam erhärtete Thatsache. In der folgenden Tabelle habe ich nun die betreffenden Weiske'schen Zahlen unter Annahme von 0,4 und 0,7 g Stickstoff in den Stoffwechselproducten pro 100 g verdaute Trockensubstanz berechnet, und ist aus dieser Zusammenstellung leicht zu übersehen, welchen Einfluss die Berücksichtigung der Stoffwechselproducte auf das Resultat des Versuches ausübt.

Sind auf 100 g verdauter Trockensubstanz 0,4 g Stickstoff den Stoffwechselproducten zuzuzählen, so finden wir, dass 0,84 g Stickstoff in dieser Form dem Koth der Haferstrohperiode beigemengt sind, im Koth sind daher nur 10,81 g unverdauliches Eiweiss enthalten. Der Verdaulichkeitscoefficient würde sich zu 43,2 % ergeben.

Unter Zugrundelegung der Zahl 0,7 g Stickstoff auf 100 g verdaute Trockensubstanz wären dem Koth 1,47 g Stickstoff in Form von Stoffwechselproducten beigemengt, daher nur 6,87 g unverdauliches Eiweiss im Koth enthalten, der Verdaulichkeitscoefficient 63,3 %. Letztere Zahl erscheint allerdings unseren bisherigen Anschauungen nach etwas hoch, aber in Anbetracht des Umstandes, dass der Futterwerth des Sommerstrohes noch vielfach sehr unterschätzt wird und die tägliche Einnahme von 11,82 g verdaulichen Eiweisses für das Versuchsthier immer noch als eine Hungerration erscheint, will ich auch diesen Verdaulichkeitsgrad für das Eiweiss des Haferstrohes dem Weiske'schen Fütterungsversuch zu Grunde legen.

(Tabellen a und b auf S. 303.)

Beim Vergleich der nebenstehenden Tabellen ist sofort zu ersehen, dass bei Berücksichtigung einer höheren Verdaulichkeit des Haferstroheiweisses das Resultat ein vollständig anderes geworden, die verdaute Cellulose als nicht zu unterschätzender Nährstoff auftritt. Es ist ferner interessant, wie bei der von mir angestellten

Tabelle a.

(Meine Berechnung.)

	Verdauliches Eiweiss in der Nahrung Verdaulich I 43,2%	II 63,3%	Harn N	Eiweiss zersetzt nach Harn-N	N resp. Eiweiss am Körper berechnet nach Columne I: N	I: Eiweiss	II: N	II: Eiweiss
P. I 500 Bohnenschrot	128,18	128,18	20,93	130,80	— 0,43	— 2,62	— 0,43	— 2,62
II 490 Bohnenschrot 515 Haferstroh	132,93	136,21	16,82	105,12	+ 4,45	+ 27,81	+ 4,99	+ 31,09
III 500 Bohnenschrot 180 Stärke 20 Zucker	128,90	128,90	14,94	93,37	+ 5,66	+ 35,53	+ 5,66	+ 35,53
IV 490 Bohnenschrot 515 Haferstroh	133,35	136,63	17,26	107,87	+ 4,07	+ 25,48	+ 4,60	+ 28,76
V 500 Bohnenschrot 90 Stärke 10 Zucker	128,90	128,90	17,75	110,93	+ 2,85	+ 17,97	+ 2,85	+ 17,97

Tabelle b.

(Weiske's Berechnung.)

	N gegeben	N im Harn	N in Faeces	Summa N ausgeschieden	Differenz zwischen Aufnahme u. Ausgabe	Eiweiss verdaut	Eiweiss zersetzt nach Harn N	Differenz
P. I	22,62	20,93	2,11	23,04	— 0,42	128,18	130,80	— 2,62
II	24,82	16,82	5,24	22,06	+ 2,76	122,38	105,12	+ 17,26
III	22,75	14,94	2,72	17,66	+ 5,09	125,15	93,37	+ 31,78
IV	24,90	17,26	6,09	23,35	+ 1,55	117,59	107,87	+ 9,72
V	22,74	17,75	2,10	19,85	+ 2,89	128,99	110,93	+ 18,06

Berechnung die Perioden II und IV des Weiske'schen Versuches nahezu denselben Eiweissansatz pro Tag ergeben, während Weiske selbst eine viel grössere Differenz im Stickstoffansatz zwischen den gleichartigen Perioden II und IV findet. Es ist in den betreffenden Perioden die verdaute Eiweissmenge eine bedeutend grössere gewesen, als Weiske ohne Berücksichtigung der Stoffwechselproducte gefunden hat.

Ich habe den Eiweissumsatz nach dem Harnstickstoff berechnet und halte diese Art für viel genauer, da eine Abgrenzung des Kothes zwischen den einzelnen Perioden hier nicht möglich ist.

Die grossen Differenzen in dem Stickstoffansatz der Perioden II und IV sind hauptsächlich dadurch erschienen, dass in der Periode III wegen mangelnder Rohfaser zu wenig Koth geliefert wird, auf Periode IV infolgedessen zu viel Koth gefallen ist. Obgleich in der Periode IV täglich nur 2,15 g Stickstoff mehr gegeben ist als in Periode III, finden wir den Kothstickstoff allein täglich um 3,37 g vermehrt.

Dass die Kothabgrenzung zwischen den einzelnen Perioden keine genaue war, dafür will ich nur einige Beispiele anführen. Der Koth vom 18. Februar gehört offenbar noch zur Uebergangsperiode und nicht zur Periode II, da hier die vierfache Menge von Koth am 24. Februar ausgeschieden ist, ebenso enthält der Koth vom 25.—27. März procentisch noch zu viel Stickstoff (es sind Reste, der Periode III entstammend, noch beigemengt), erst vom 28. März an ist der Stickstoffgehalt ein der Fütterung in der Periode IV entsprechender. In der letzten Periode wird wieder aus Mangel an Rohfaser zu wenig Koth geliefert, es erscheint daher bei Mitberücksichtigung des Kothstickstoffs das Resultat dieser Periode für den Eiweissansatz günstiger, als es dem Thatbestande nach der Fall ist und entspricht auch hier, wie der steigende Procentgehalt des Kothes an Stickstoff zeigt, derselbe der Fütterung erst vom 4. April an. Die Perioden waren offenbar zu kurz. Weiske's Versuchsanordnung verlangte, dass die Menge an verdaulichem Eiweiss während allen Perioden dieselbe bleibe und legte er mit Recht viel Gewicht darauf; um so mehr muss es wundern, dass dieses Umstandes nicht mehr Erwähnung geschieht, denn seine Tabelle ergibt, dass in den einzelnen Perioden sehr verschiedene Mengen von Eiweiss zur Resorption gelangten.

Bei dem Weiske'schen Versuche ist in Folge der Haferstrohzugabe die Eiweisszersetzung auch gefallen, die in Periode II und IV vermehrte Eiweissgabe hat aber gleichzeitig auch auf Vergrösserung des Eiweissumsatzes gewirkt, so dass die beobachtete Eiweisszersetzung als das Resultat zweier einander entgegen wirkender Factoren erscheint, während in den Perioden III und V nur die eiweisssparende Wirkung der Stärke zur Geltung kommen konnte.

Es ist aus diesen Auseinandersetzungen wohl ersichtlich, dass der Weiske'sche Hammelversuch nicht die Werthlosigkeit der

Cellulose als Nährstoff beweist, dieselbe vielmehr wie bisher als Nährstoff von hoher Bedeutung angesehen werden muss, wie dieses noch neuerdings (Zeitschr. f. Biolog. Bd. 21 S. 613 ff.) von Henneberg und Stohmann dargelegt worden ist.

Auch eine nächstens zu veröffentlichende Arbeit über die Ausscheidung von flüchtigen Säuren in dem Harn und dem Koth einer Kuh bei rohfaserarmer und rohfaserreicher Nahrung zeigte, wie dieses schon von Wilsing (Zeitschr. f. Biologie Bd. 21 S. 625 ff.) gefunden, dass die Ausscheidung dieser Stoffe eine sehr geringe ist. Allerdings hatte eine rohfaserreichere Nahrung eine geringe Vermehrung der flüchtigen Säuren zur Folge. Aus den beiden Kaninchenversuchen lässt sich ebenfalls kein sicherer Schluss nach dieser Richtung hin ziehen, und zwar, weil erstens über die Verdauung der verfütterten Rohfaser keine Bestimmung vorliegt und die Stickstoffausscheidungen in dem zweiten Versuch in zu unregelmässiger Weise verlaufen sind. Ausserdem stehen beide Versuche in einem so grellen Widerspruch zu einander, den der Verfasser wohl hervorhebt, ohne nach einer Erklärung dafür zu suchen.

Harnstoffstickstoff und Gesammtstickstoff im menschlichen Urin.

Von

Dr. W. Camerer.

Es ist schon seit langer Zeit bekannt, dass von 100 g Gesammtstickstoff durchschnittlich ungefähr 90 g auf Harnstoff (und Ammoniak), 10 aber auf die übrigen stickstoffhaltigen Substanzen des Urins, die sog. Extractivstoffe, kommen, dass diese Werthe aber in den einzelnen untersuchten Urinen nicht unerheblich schwanken, für den Harnstoffstickstoff nämlich etwa zwischen 83% und 93%, für den Stickstoff der Extractivstoffe also zwischen 17% und 7%. Wenn diese Schwankungen auch zum Theil das Ergebniss der zufälligen Fehler sind, welche den Methoden zur Bestimmung des Harnstoffes und Gesammtstickstoffes unvermeidlich anhaften, so rühren sie doch im Wesentlichen von dem wechselnden Gehalte der untersuchten Urine an den betreffenden Stoffen her, und es soll in folgender Untersuchung dargelegt werden, von welchen äussern Einflüssen die diesbezügliche Zusammensetzung des Urins abhängig ist.

Die Bestimmung des Gesammtstickstoffes geschah nach der Methode von Varrentrapp-Will mit der von mir beschriebenen kleinen Modification (diese Zeitschr. Jahrg. 1884 S. 255 ff.); die vorgelegte 1/8 Normal-Schwefelsäure wurde mit Aetzbarytlösung titrirt.

Die Bestimmung des Harnstoffstickstoffes geschah nach der Methode von Hüfner. Zur Darstellung der Bromlauge wurden 100 g

Aetznatron in 250 ccm Wasser gelöst und nach dem Erkalten 25 ccm Brom zugesetzt; zwischen Herstellung und Verwendung der Lauge vergingen 5—12 Stunden. Aetznatron und Brom wurden immer demselben grossen Vorrathe entnommen. Zu einem Versuche bedurfte ich der erwähnten Laugemenge, da ich auch Auffangrohr und Schale des Hüfnerapparates mit frischer Lauge füllte. Das Ablesen des Stickstoffvolums geschah, nachdem das Auffangrohr in gebrauchte Lauge eingetaucht war; vom Oeffnen des Hahnes bis zur Abnahme des Rohres wartete ich immer 15 Minuten. Die Urine wurden vor Anstellung der Hüfnerversuche so verdünnt, dass ihr Harnstoffgehalt zwischen 0,5 und 0,9% betrug, was auf Grundlage des spec. Gewichtes möglich ist. Die Berechnung des Harnstoffstickstoffes geschah unter Berücksichtigung der von Hüfner angegebenen Constanten. Der gebrauchte Hüfnerapparat ist seit 10 Jahren in meinem Besitz, und bin ich daher mit demselben sehr vertraut, wie ich auch in Natronkalkverbrennungen fortwährende Uebung habe.

Die Versuche verliefen nun im Allgemeinen folgendermaassen: Nachdem der Urin die Temperatur des Arbeitszimmers angenommen hatte, welche, von einem Vorversuch abgesehen, nur zwischen 18° und 24° schwankte, wurde er gemessen und das spec. Gewicht mit dem Aräometer bestimmt. Nunmehr wurde die zur Natronkalkbestimmung nöthige Urinmenge abgewogen (sie betrug zwischen 3 und 5 g), sodann das spec. Gewicht definitiv mittels Piknometer bestimmt und endlich die zum Hüfnerversuch erforderliche Urinmenge abgemessen und verdünnt. Spätestens nach 3 Stunden waren beide Analysen beendigt und berechnet, und so konnten an einem Sommertage drei, sogar vier Urine untersucht werden, da ich bei den Arbeiten genügende Unterstützung hatte.

Meine erste Untersuchung bezog sich auf die Frage, ob die Aufbewahrung des Urins und die bei längerm Aufbewahren eintretende alkalische Gährung Einfluss auf das Resultat der Analysen habe, was mir allerdings auf Grund meiner bisherigen Erfahrungen sehr unwahrscheinlich war.

Nachdem ich (am 19. Juli) die Blase 10 Uhr morgens entleert hatte, geschah dies wieder um 6 Uhr abends, und der von letzterer Entleerung herrührende Urin wurde zum Versuche benutzt. Ich

hatte an diesem Tage morgens 7 Uhr und nachmittags 2 Uhr schwarzen Kaffe getrunken und um 12 Uhr eine reichliche Mahlzeit gehalten. Der Urin wurde in wohlverschlossenem Gefäss bei Lufttemperaturen von 20° bis 23° aufbewahrt, nachdem er trübe geworden war, wurde er jedesmal stark geschüttelt, ehe dem Vorrathe die zum Versuche dienende Menge entnommen wurde. Das spec. Gewicht wurde bei diesem Versuche nur mit dem Aräometer bestimmt, es war immer 1027.

Tabelle I.

Zeit der Analysen	100 Urin enthalten		% Differenz [1])	Bemerkungen
	Natron-kalk-N	Hüfner-N		
19. Juli 7 Uhr abends	1,394	1,209	13,3	Urin klar Reaction sauer
20. „ 5 „ „	1,392	1,199	13,9	Urin klar Reaction sauer
23. „ 10 „ vormitt.	1,396	1,204	13,7	Urin trüb Reaction amphoter
26 „ 4 „ abends	1,392	1,207	13,3	Urin trüb Reaction alkalisch

Einer Erläuterung bedarf das Resultat dieser ersten Untersuchung nicht, weshalb ich sogleich zur zweiten übergehe. An 15 Versuchstagen wurde der 24 stündige Urin gesammelt, nämlich immer von morgens 8 Uhr bis wieder morgens 8 Uhr. Der Urin stammte von mir, die einzelnen Tagesurine wurden nach beendigter Sammlung sofort analysirt und zwar mit folgendem Resultate:

1) Zu den unter % Differenz aufgeführten Werthen gelangt man wie folgt: Für 19. Juli z. B. beträgt die Differenz zwischen Natronkalkstickstoff und Hüfner-Stickstoff 0,185; $\frac{0{,}185 \cdot 100}{1{,}394} = 13{,}3$.

Tabelle II.

Tag der Entleerung	Werthe des 24stünd. Urins: Menge in ccm	spec. Gewicht	Natron-kalk-N	Hüfner-N	100 Urin enthalten: Natron-kalk-N	Hüfner-N	% Differenz	Bemerkungen
21. Juli	1836	10145	14,69	12,83	0,800	0,699	12,6	
22. Juli *	1360	191	15,42	13,79	1,134	1,014	10,6	
23. Juli *	1547	143	16,75	15,00	1,083	0,970	10,4	
24. August *	1486	195	16,76	15,18	1,128	1,021	9,5	4 stünd. Marsch in Sonnenhitze
25. August	2356	152	19,29	16,46	0,819	0,699	14,6	
26. August	2170	145	18,42	16,44	0,849	0,758	10,7	
29. August	1408	238	16,52	14,65	1,173	1,041	11,3	
30. August	2300	181	16,74	14,52	0,728	0,631	13,3	
31. August *	1900	151	17,10	14,75	0,900	0,776	13,8	
1. Sept.	2364	101	16,12	13,89	0,682	0,587	13,8	Eiweisszufuhr im Tag ca. 60 g wie oben
2. Sept.	2200	134	15,47	13,49	0,703	0,613	12,8	
3. Sept.	2058	156	15,00	12,86	0,729	0,625	14,3	
4. Sept.	1912	163	14,76	12,91	0,772	0,675	12,6	
5. Sept. *	1350	206	13,93	12,77	1,032	0,946	8,3	4 stünd. Marsch in Sonnenhitze
6. Sept. *	1350	206	13,93	12,77	1,032	0,946	8,3	
Mittelwerthe	1840	10159	16,06	14,15	0,873	0,769	11,9	

Anmerkung: Die Urine vom 5. und 6. September mussten wegen Zeitmangels vereinigt und das Gemisch analysirt werden, weshalb nur Mittelwerthe von beiden Versuchstagen gegeben werden können. Die Urinmengen waren übrigens an beiden Tagen klein.

Nach der Tabelle II enthalten 100 Urin im Mittel 0,873 Gesammtstickstoff; bei 7 der Tagesurine (in der Tabelle mit * bezeichnet) ist der Procentgehalt über dem Mittel, bei 8 darunter, wonach aus den Urinen zwei fast gleich grosse Gruppen gebildet werden können, deren Mittelwerthe folgende sind.

Tabelle III.

	Werthe des 24 stünd. Urins: Menge	spec. Gew.	Natron-kalk-N	Hüfner-N	100 Urin enthalten: Natron-kalk-N	Hüfner-N	% Differenz
1. Gruppe Proc.-Geh. üb. Mittel	1488	10187	15,77	14,13	1,060	0,949	10,4
2 Gruppe Proc.-Geh. unt. Mittel	2147	10147	16,31	14,17	0,760	0,660	13,1

Aus Tabelle III geht klar hervor, dass vermehrte Urinausscheidung, sofern damit geringere Concentration des Urins verbunden ist, der Ausscheidung des Extractivstickstoffes förderlicher ist, als der Ausscheidung des Harnstoffstickstoffes: die Tagesmenge des letztern ist bei beiden Gruppen fast gleich gross, die des erstern beträgt bei der ersten Gruppe 1,64, bei der zweiten Gruppe aber 2,14. Entsprechend verhalten sich die % Differenzen, entsprechend enthalten 100 Urin der ersten Gruppe um 0,289 g mehr Harnstoffstickstoff als 100 Urin der zweiten Gruppe, wogegen der Procentgehalt an Extractivstickstoff bei beiden Gruppen fast ganz gleich ist.

Noch schärfer würden diese Verhältnisse hervortreten, wenn ich den Urin von 31. August statt zur ersten Gruppe, zur zweiten rechnen würde, wozu eine gewisse Berechtigung vorhanden ist; die Procent-Differenzen wären alsdann 9,7 und 13,2.

Ich habe die geringen Urinmengen der ersten Gruppe absichtlich herbeigeführt, indem ich an den betreffenden Tagen wenig trank oder nach Durst trank, aber mehrstündige Bergpartien in der Sonnenhitze machte. An den Tagen mit grossen Urinmengen trank ich dagegen absichtlich mehr, als sonst meine Gewohnheit ist; mein mittlerer Getränkeverbrauch ist nämlich im Tag ca. 1000 Kaffee, 750 Bier und ab und zu 150 Suppe. Am 1. und 2. September ass ich nur 50 g (fertig gemachtes) Fleisch und hielt mich daneben an Brot, Mehlspeise, Reis und geröstete Kartoffel: ich schätzte meine tägliche Eiweisszufuhr an diesen Tagen nach dem Gewicht der verzehrten Speisen etwa auf 60 g. Einen bemerkenswerthen Einfluss auf die Stickstoffausscheidung hat diese Massregel nicht gehabt. Derartige starke Schwankungen in Speise- und Getränkezufuhr, wie an den 15 Versuchstagen, kommen bei mir unbeabsichtigt wohl kaum vor.

Die 3. Versuchsreihe sollte feststellen, ob die Verdauung von Eiweiss auf die in Frage kommenden Verhältnisse von Einfluss ist. Ein Vorversuch wurde in folgender Weise angestellt:

Nachdem ich am 12. April abends 7 Uhr die letzte Mahlzeit (mit Fleisch) gehalten, am 13. April morgens 7 Uhr nur schwarzen

Kaffee getrunken hatte, verzehrte ich von 10 Uhr bis 10½ Uhr eine reichliche Fleischmahlzeit; von 1 Uhr an trank ich wieder Kaffee. Um 7 Uhr morgens hatte ich urinirt und den Urin weggeschüttet, der von 7 Uhr bis 10¾ gebildete Urin wurde gesammelt, desgleichen der von 10¾ bis 1¾ und der von 3 bis 6 Uhr gebildete, wogegen der von 1¾ bis 3 Uhr gebildete weggeschüttet wurde, seine Menge hatte 270 ccm betragen. Das Resultat der Analysen war folgendes:

Tabelle IV.

Zeit der Entstehung des Urins	Urin-menge	spec. Gew. (Aräometer)	100 Urin enthalten		% Differenz
			Natron-kalk-N	Hüfner-N	
7—10¾ vormittags	474	10115	0,605	0,542	10,4
10¾ vorm. — 1¾ nachmitt.	815	130	0,651	0,554	14,9
3—6 nachmittags	694	70	0,338	0,297	12,1

Zu den Hauptversuchen zog ich vier Versuchspersonen bei, I. ich selbst, II. meine Frau, beide 45 Jahre alt, III. meine älteste Tochter, 19 Jahre alt, IV. mein 14 jähriger Sohn.

Ein etwas älterer Jüngling, welcher mir zu Gebote gestanden wäre, konnte den Urin nicht zu jeder Zeit willkührlich entleeren, weshalb ich von ihm Abstand nehmen musste. Die Versuchspersonen mussten sich folgenden Bedingungen unterwerfen: Am Vorabend verzehrten sie, etwa um 7 Uhr, etwas gekochten Reis oder geröstete Kartoffel; am eigentlichen Versuchstag morgens 7 Uhr schwarzen Kaffee mit Zucker, um 11 Uhr vormittags eine starke Fleischmahlzeit, um 1 Uhr wieder schwarzen Kaffee, um 7 Uhr abends wie am Vortag und am Morgen des nächsten Tages noch einmal schwarzen Kaffee. Die weiteren Versuchsbedingungen, welche nicht bei allen Versuchspersonen ganz gleich gehalten werden konnten, sind aus den Tabellen ersichtlich.

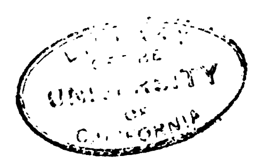


Tabelle V.

Zeit der Entstehung des Urins	mittlere stündliche Menge				100 Urin enthalten		% Differenz
	Urin	spec. Gew.	Natron-kalk-N	Hüfner-N	Natron-kalk-N	Hüfner-N	
Nr. I.							
8—11 vormittags	113	10077	0,488	0,442	0,431	0,390	9,3
11—12 mittags	23	227	0,298	0,254	1,297	1,104	14,9
12— 3 nachmittags	41	252	0,720	0,626	1,743	1,513	13,2
3— 6 „	35	263	0,707	0,640	2,000	1,810	9,5
6— 9 abends	50	241	0,844	0,760	1,688	1,520	9,9
9 abd. — 2 nachts	52	160	0,760	0,693	1,473	1,343	8,8
2 nachts — 8 morg.	91	095	0,729	0,647	0,801	0,711	11,0
Nr. II.							
11—3 nachmittags	51	10255	0,697	0,616	1,360	1,202	11,6
3—6 „	59	248	0,778	0,686	1,327	1,170	11,8
6—9 abends	58	196	0,803	0,720	1,384	1,242	10,3
9 abd. — 3 nachts	67	153	0,591	0,548	1,103	1,022	7,3
3 nachts — 8 morg.	40	187	0,502	0,466	1,141	1,058	7,3
8—11 morgens	131	055	0,422	0,369	0,321	0,281	12,4
Nr. III.							
8—11 vormittags	43	10133	0,381	0,334	0,892	0,784	12,1
11— 3 nachmittags	90	133	0,603	0,516	0,670	0,574	14,3
3— 6 „	62	185	0,647	0,562	1,043	0,907	13,0
6— 9 abends	134	082	0,784	0,712	0,584	0,530	9,2
9 abends — 8 morg.	61	087	0,402	0,348	0,660	0,572	13,3
Nr. IV.							
8—11 vormittags	47	10130	0,247	0,208	0,522	0,439	15,9
11— 3 nachmittags	30	240	0,306	0,257	1,004	0,842	16,1
3— 6 „	51	205	0,446	0,401	0,869	0,782	10,0
6— 9 abends	38	233	0,460	0,412	1,210	1,085	10,3
9 abd. — 1 nachts	56	117	0,410	0,371	0,726	0,656	9,6
1 nachts — 8 morg.	48	136	0,325	0,263	0,681	0,593	12,9
8—11 vormittags	31	148	0,201	0,171	0,650	0,551	15,2

Hierzu Controlanalysen:

	100 Urin enthalten	
	Natronkalk-N	Hüfner-N
I. 3— 6 Uhr	1,994	1,805
II. 11— 3 „	1,346	1,212
IV. 8—11 „	0,529	0,448

Nr. III ist leider während der Nacht nicht erwacht, um zu uriniren, weshalb ich sowohl die Mittel sämmtlicher vier Versuchspersonen, als auch die Mittel von I, II, IV angeben muss.

Tabelle VI.

Mittel aller vier Versuchspersonen.

Zeit der Entstehung des Urins	mittlere 24 stündige Mengen					100 Urin enthalten			% Differenz
	Urin	spec. Gewicht	Natron-kalk-N	Hüfner-N	Diff. von Natronk. u. Hüfner	Natron-kalk-N	Hüfner-N	Diff. von Natronk. u. Hüfner	
8—11 vormittags	68	10102	0,372	0,328	0,044	0,549	0,485	0,064	11,8
11— 3 nachmittags	52	199	0,555	0,480	75	1,067	0,923	0,144	13,5
3— 6 „	52	220	0,644	0,572	72	1,244	1,097	0,147	11,2
6— 9 abends	70	154	0,723	0,651	72	1,033	0,930	0,103	10,0
9 abd. — 8 morgens	60	122	0,513	0,457	56	0,858	0,765	0,093	10,9
Tagesmittel	60	10148	0,545	0,483	0,062	0,908	0,805	0,103	11,4

Mittel von I, II, IV.

Zeit der Entstehung des Urins	Urin	spec. Gewicht	Natron-kalk-N	Hüfner-N	Diff. von Natronk. u. Hüfner	Natron-kalk-N	Hüfner-N	Diff. von Natronk. u. Hüfner	% Differenz
8—11 vormittags	68	10092	0,367	0,325	0,042	0,540	0,478	0,062	11,4
11— 3 nachmittags	39	251	0,539	0,469	70	1,382	1,202	0,180	13,0
3— 6 „	48	238	0,643	0,576	67	1,339	1,200	0,139	10,4
6— 9 abends	49	218	0,702	0,631	71	1,433	1,288	0,145	10,1
9 abd. — 2 nachts	58	143	0,587	0,537	50	1,012	0,926	0,086	8,5
2 nachts — 8 morg.	59	128	0,519	0,459	60	0,880	0,778	0,102	11,6
Tagesmittel	54	10163	0,556	0,496	0,060	1,030	0,918	0,112	10,8

(Curventafel siehe S. 314).

Nach dem eben Mitgetheilten steigt sofort nach der Zufuhr von Eiweiss die Ausscheidung sowohl von Harnstoffstickstoff, als auch von Extractivstickstoff, allein die stündliche Menge des ersten erreicht ihr Maximum in der 7. bis 10. Stunde nach Beginn der

Mahlzeit, die des letztern schon in den vier ersten Stunden nach Beginn der Mahlzeit. Die Procent-Differenzen haben ebenfalls ein Maximum unmittelbar nach der Mahlzeit, wenn man das bei Nr. I beob-

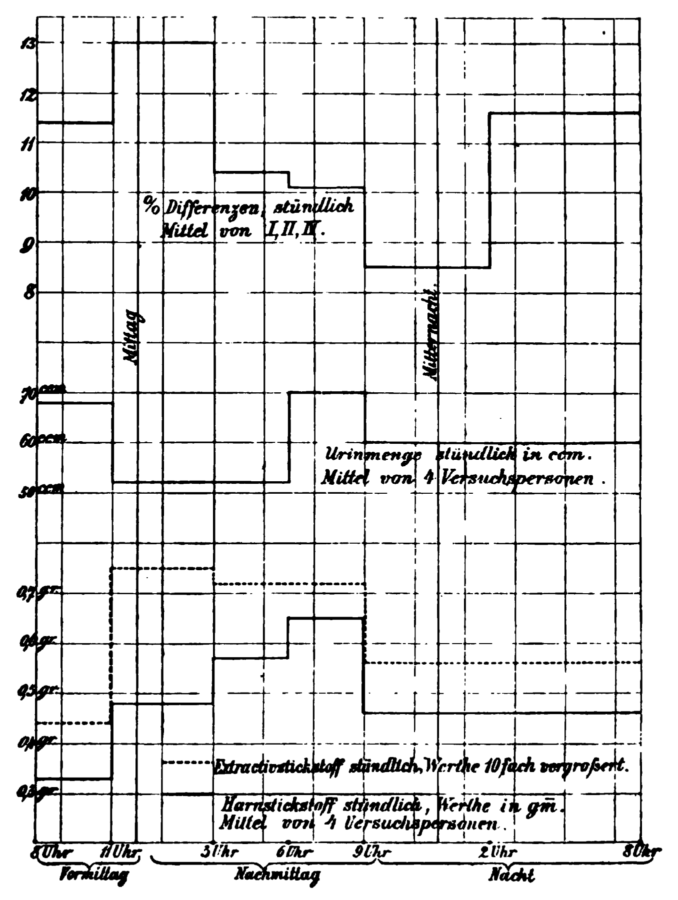


Fig. 5.

achtete verallgemeinern dürfte, sogar schon in der ersten Stunde nach Beginn der Mahlzeit, sie haben ein Minimum etwa zwölf Stunden nach der Mahlzeit, um später wieder zuzunehmen.

Die absolute und relative Ausscheidung des Extractivstickstoffes ist also am grössten zu der Zeit, zu welcher die Menge des Urins, wohl unter dem Einfluss der Verdauung, am kleinsten und seine Concentration am stärksten ist, und es besteht in dieser Beziehung

ein scharfer Gegensatz zwischen den Resultaten dieser 3. und denen der 2. Untersuchung. Das Wachsen der % Differenzen in den Morgenstunden beruht vielleicht auf der Vermehrung der Urinsekretion zu dieser Zeit, welcher Einfluss Platz greifen kann, nachdem die Eiweissverdauung aufgehört hat, die Situation zu beherrschen.

Ueber die Ausscheidung einzelner stickstoffhaltiger Substanzen im menschlichen Urin nach Eiweisszufuhr liegen bisher meines Wissens nur wenige Versuche vor; betreffend Harnstoff (d. h. die durch Liebig's Titrirmethode bestimmbare Harnstoffmenge) sind Beobachtungen von Becher und Voit bekannt, wonach die stündliche Harnstoffmenge in der 5. bis 7. Stunde nach der Mahlzeit ihr Maximum erreicht, betreffend Harnsäure von Ranke (Habilitationsschrift 1858) und mir (Correspondenzbl. des württ. ärztl. Landesvereins 1887 Nr. 10), wonach die Harnsäureausscheidung in den ersten Stunden nach Eiweisszufuhr unverhältnissmässig gross ist, sich also ungefähr wie die Ausscheidung von Extractivstickstoff verhält. Bei der bekannten Unvollkommenheit aller Methoden zur Harnsäurebestimmung sind diese Resultate freilich nicht unanfechtbar.

Es ist noch übrig, die Grösse der zufälligen Fehler und ihren Einfluss auf die Versuchsresultate, namentlich auf die Grösse der Procent-Differenzen, zu besprechen. Bei den Hüfneranalysen sowohl, als bei den Natronkalkbestimmungen ist die 3. Decimale unsicher, ja es kann ausnahmsweise sogar die 2. Decimale um eine Einheit zu gross oder zu klein ausfallen, ohne dass grobe Fehler bei den Analysen vorgekommen wären. Allerdings gehört viele Uebung in den Methoden dazu, um eine solche Sicherheit zu erlangen, da zahlreiche Fehlerquellen vorhanden sind. Demnach kann für einen bestimmten Urin z. B. eine % Differenz von 12,0 gefunden werden, bei Controlanalysen mit demselben Urin aber eine solche von 10,0%, wenn die Fehler bei den einzelnen Analysen möglichst gross sind und möglichst ungünstig sich vertheilen. Nimmt man aber das Mittel von solchen (ungünstigen) Doppelanalysen (was im obigen Beispiel 11,0 % Differenz ergeben würde) so ist die Wahrscheinlichkeit schon sehr klein, einen irgend in Betracht kommenden Fehler zu begehen, schlimmsten Falls könnte derselbe $\pm$ 1,0 betragen. Mir fehlte zu

meinem Bedauern die Zeit, Doppelanalysen zu machen, indessen wird man diesen Mangel dadurch einigermaassen compensirt finden, dass bei der 2. Untersuchung die Mittel von 7, resp. 8 Versuchstagen, bei der 3. Untersuchung die Mittel von 4 Individuen vorliegen. Die mitgetheilten Controlanalysen bei der 3. Untersuchung habe ich da gemacht, wo mir die Resultate unerwartet kamen, dieselben haben jedoch die zuerst erhaltenen Resultate im wesentlichen jedesmal bestätigt.

Was die Verwendbarkeit der Hüfner'schen Methode zur Schätzung des Gesammtstickstoffes betrifft — zur Bestimmung des Harnstoffes wird sie, alle Verhältnisse in Betracht gezogen, wohl alle übrigen Methoden übertreffen — so geht aus meinen Versuchen Folgendes hervor: Nach Tabelle II müsste man bei mir zu 100 nach Hüfner gefundenem Stickstoff durchschnittlich 13,6 addiren, um den Gesammtstickstoff zu finden. Von einzelnen Versuchstagen sind die ungünstigsten Fälle der 5. und 6. September und der 25. August; wollte man hier von den Hüfneranalysen unter Anwendung obiger Mittelzahl 13,6 auf den Gesammtstickstoff schliessen, so würde man für den 24stündigen Gesammtstickstoff erhalten 14,51 und 18,72 statt wirklich gefundener 13,93 und 19,29; für den Stickstoff in 100 Urin 1,075 und 0,794 statt 1,032 und 0,819, eine Genauigkeit, welche für viele namentlich ärztliche Zwecke vollkommen genügend ist. Selbstverständlich, nachdem die Abhängigkeit der Procnt-Differenz von der Concentration des Urins erkannt ist, hätte man allen Grund, nicht das allgemeine Mittel 13,6, sondern nach Tabelle III jeweils die Mittel der Gruppen, nämlich 11,1 und 14,9 zu Grunde zu legen, wodurch man statt wirklich gefundener Werthe 1,032 und 0,819 die sehr nahe liegenden 1,051 und 0,803 berechnet hätte. Handelt es sich vollends darum, aus einer grösseren Reihe von Versuchstagen den mittlern täglichen Gesammtstickstoff zu berechnen, so kann dies aus Hüfneranalysen, ohne dass man einen in Betracht kommenden Fehler begeht, geschehen. Ich habe (diese Zeitschr. 1884 S. 263) auf Grund von Versuchen an Kindern gefunden, dass zu 100 Hüfnerstickstoff 12,2 zu addiren sei, um den Gesammtstickstoff zu bekommen. Mit Hilfe dieser Zahl hätte ich aus dem mittlern Hüfnerstickstoff der Tabelle II als 24stündigen

Werth 15,88 statt 16,06 und als Procentwerth 0,863 statt 0,873 berechnet. Uebrigens geht aus der eben angeführten Untersuchung hervor, dass das Verhältniss zwischen Harnstoffstickstoff und Gesammtstickstoff bei den einzelnen Individuen kleinen Abweichungen unterliegt, weshalb man, wo grosse Genauigkeit erforderlich ist, nicht eine allgemeine, sondern die individuelle mittlere Procent-Differenz benützen müsste.

Es war beim Beginn der Arbeit angedeutet, dass die beim Hüfnerversuch gefundene Stickstoffmenge fast genau dem Stickstoff des Harnstoffes und Ammoniaks entspricht [1]). Dies ist von Hüfner selbst überzeugend dargelegt worden (Fresenius, Zeitschrift für analyt. Chemie Bd. XXIV Heft 3 S. 326). Nimmt man als mittlere % Differenz 10,6, wie ich in 250 Tagesurinen von sechs Personen gefunden habe und nimmt man als tägliche Ausscheidung 33 g Harnstoff und 0,7 Ammoniak, so kommen von 100 Gesammtstickstoff 10,6 auf die übrigen Extractivstoffe, 3,2 auf Ammoniakstickstoff und 86,2 auf Harnstoffstickstoff. Pflüger gibt als Resultat seiner Versuche mit modificirt Bunsen'schem Verfahren an, dass von 100 Gesammtstickstoff im Urin 86,6 auf den Harnstoff; 13,4 auf die übrigen stickstoffhaltigen Substanzen (Ammoniak incl.) kommen (Pflügers Archiv Bd. 38 S. 610), eine Uebereinstimmung, wie sie bei der Schwierigkeit des Gegenstandes nicht besser gewünscht werden kann.

---

1) Auch Harnsäure und Kreatinin liefern dabei eine übrigens ganz geringe und für meine Versuche nicht anzugebende Menge Stickstoff; meine Procent-Differenzen und namentlich die unmittelbar nach der Mahlzeit werden in Folge davon um ganz wenig zu klein sein.

Ueber die ungleiche Resistenz des Blutfarbstoffs verschiedener Thiere gegen zersetzende Agentien.

Von

Dr. med. Friedrich Krüger,

Assistent am physiologischen Institut der Universität Dorpat.

Es ist eine bekannte Thatsache, dass die Hämoglobine, je nach der Thierart, der sie entstammen, bedeutende Unterschiede unter einander aufweisen, die sich auf die Löslichkeit, Krystallisationsfähigkeit, auf die Krystallform etc. beziehen. Gemeinschaftlich allen Hämoglobinen ist aber die Eigenschaft, im Spectrum die charakteristischen Absorptionsstreifen zu erzeugen.

Wenn nun, je nach der Thierart, die Hämoglobine so beträchtliche Differenzen nach den verschiedensten Seiten zeigen, so dürfte es von vornherein als sehr wahrscheinlich erscheinen, dass sie auch hinsichtlich der Zersetzbarkeit Unterschiede aufweisen werden — diese Voraussetzung wurde denn auch durch die, unter Al. Schmidt's Leitung ausgeführten, Untersuchungen Körber's [1]) bestätigt.

Um das Hämoglobin zu zersetzen, bediente Körber sich der Essigsäure und der Natronlauge, beide von 10%.

Von jeder zu untersuchenden Blutart wurden zwei Reihen von Präparaten von gleichem Volum und möglichst gleichem Hämoglobingehalt hergestellt; die Präparate der einen Reihe erhielten steigende Zusätze von Essigsäure, die der andern von Natronlauge. Die Zusätze waren vorher bestimmt und wurden genau abgemessen.

---

1) Ernst Körber, über Differenzen des Blutfarbstoffs. Inaug.-Dissert. Dorpat 1866.

Da es sich darum handelte, die Zersetzlichkeit des Hämoglobins verschiedener Thiere zu vergleichen, so wurden die ein für alle Mal gewählten Mischungsverhältnisse zwischen Hämoglobinlösung einerseits und Essigsäure resp. Natronlauge andererseits durchweg bei allen Versuchen innegehalten.

Als Maassstab der Zersetzlichkeit der Hämoglobine galt die Zersetzungszeit, d. h. die Zeit vom Moment der Zumischung des zersetzenden Agens bis zum Moment des Schwindens der Blutbänder im Spectrum. Je grösser diese Zeit, desto geringer die Zersetzlichkeit und umgekehrt.

Da von den vielen Blutarten, welche Körber zu untersuchen Gelegenheit hatte, nur die wenigsten ein krystallisirbares Hämoglobin besassen, so verzichtete er auf die Reindarstellung desselben durch Krystallisation.

Er arbeitete nur mit stark mit Wasser verdünntem defibrinirtem Blut, und um überall den gleichen Hämoglobingehalt zu erzielen, bediente er sich sowohl der bekannten Hämoglobin- als auch der Hämatinprobe. Er ging hierbei von einer Normallösung aus, welche aus 1 Theil defibrinirten Katzenblut und 99 Theilen Wasser bestand, und verdünnte das zu untersuchende Blut so lange mit Wasser bis die Farbe desselben mit derjenigen der Normallösung sowohl bei der Hämoglobin- als bei der Hämatinprobe übereinstimmte. Zu den Versuchen mit Essigsäure wurden 10 ccm, zu denen mit Natronlauge 20 ccm der verdünnten Blutlösung abgemessen.

Körber fand auf diese Weise, dass die Hämoglobine verschiedener Thierarten sich in Betreff ihrer Zersetzlichkeit resp. ihrer Resistenzfähigkeit gegen die angewandten zersetzenden Agentien im höchsten Grade verschieden verhalten. Aus seinen Zahlen entnehme ich ferner für die Säugethiere, dass das Hämoglobin der Pflanzenfresser viel schwerer zersetzlich ist, als das der Fleischfresser und des Menschen. Als Beleg hierfür stelle ich folgende, aus Körber's Arbeit entnommenen Zahlen tabellarisch zusammen [1]).

Als zersetzendes Agens ist die 10% Naronlauge im Verhältniss von 20 Theilen Blutlösung und 1 Theil Lauge angenommen.

---

1) Körber's Arbeit S. 77 ff. und Tabelle I A Reihe 7.

Indem man die Zersetzungszeit des Hämoglobins eines Typhuskranken als die kleinste in dieser Versuchsreihe gleich der Einheit setzt und auf dieser Grundlage die Zahlen im 2. Tabellenstabe umrechnet, erhält man die im 3. Tabellenstabe angegebenen Zahlen als relative Ausdrücke der Differenzen in der Zersetzlichkeit der verschiedenen Hämoglobine. Der 4. Tabellenstab enthält die Hinweise auf die betreffenden Versuche Körbers.

Blut vom	Zersetzungszeit in Min.	Verhältniss der Zersetzungszeiten	Seite bei Körber
Mensch (Typhus)	$^1/_{12}$	1	45
Hund I (gut gefüttert)	$^1/_6$	2	59
Hund (ders., 14 Tage früher)	$^1/_4$	3	34
Mensch (Pneumonie)	$^1/_4$	3	48
Mensch (Empyem)	$^1/_2$	6	52
Katze	1—2	12—24	20
Mensch (gesund)	$1^1/_2$	18	36
Placentarblut	2	24	39
Schaf I	35	420	56
Schaf II	38	456	67
Pferd III	38	456	54
Schaf III (Milzbrand)	45	540	68
Pferd II	50	600	49
Pferd I	60	720	27
Hase	80	960	30
Schwein	180	2160	56
Rind I	mehr als 180	mehr als 2160	25
Rind II (Milzbrand)	„ „ 180	„ „ 2160	64

Das Blut des Typhuskranken erscheint hier also 2160 mal und das des Hundes I 1080 mal leichter zersetzlich, als das des Rindes I. Aber auch individuelle Differenzen bei Thieren gleicher Art lassen sich aus diesen Zahlen ableiten. Auch Krankheit scheint einen Einfluss auf die Zersetzlichkeit des Hämoglobin auszuüben, so der Milzbrand, der Typhus.

Dass die Hämoglobine sich auch gegenüber der Essigsäure sehr verschieden verhalten, zeigt die nachfolgende Tabelle, deren Zahlen ebenfalls der Körber'schen Arbeit entnommen sind. Nur sind

die Unterschiede der Zersetzlichkeit hier nicht so gross, wie bei Einwirkung der Natronlauge; auch stimmt die Reihenfolge der Hämoglobine nach ihrer Zersetzlichkeit nicht ganz mit der in der ersten Tabelle überein.

Das Mischungsverhältniss in der folgenden Tabelle ist gleich 10 Theile Blutlösung zu 1 Theil Essigsäure von 10% [1]).

Blut vom	Zersetzungszeit in Min.	Verhältniss der Zersetzungszeiten
Hund III	3	1,00
Typhuskranker	4	1,33
Hund II	4½	1,50
Hund I	5	1,67
Mann (gesund)	5,5	1,83
Placentarblut	7	2,33
Hase	9	3,00
Katze	10	3,33
Schaf I und II	15	5,00
Schaf III	16	5,33
Rind I	28	9,33
Pferd	38	12,67
Schwein	40	13,33
Rind (Milzbrand)	120	40,00

Bei einer genaueren Betrachtung der Körber'schen Versuche lässt sich aus denselben noch Folgendes über den Verlauf der Zersetzungen bei Essigsäure und Natronlauge entnehmen.

1. Essigsäure. Mag die Essigsäure das Hämoglobin rasch oder langsam, je nach der Thierart, aus welcher dasselbe stammt, zersetzen, stets wächst die Geschwindigkeit der Zersetzung in geradem Verhältniss mit der Grösse des Essigsäurezusatzes, aber nicht proportional, sondern in beschleunigtem Maasse. Anders ausgedrückt: die Zersetzungszeiten nehmen rascher ab, als die Essigsäurezusätze zunehmen.

Bei der Vergleichung verschiedener Hämoglobine von verschiedener Zersetzlichkeit sieht man daher auch, dass die anfangs sehr deutlichen Unterschiede der Zersetzungszeiten bei grossen Essig-

---

1) a. a. O. Tabelle I, B. Reihe 6.

säurezusätzen kleiner werden und endlich bei den allergrössten, bei welchen die Zersetzung in wenigen Secunden verläuft, ganz schwinden.

2. Natronlauge. Ganz dasselbe gilt von der Natronlauge, aber nur bis zu einem gewissen Punkte. Es zeigt sich nämlich bei Natroneinwirkung, dass die Blutbänder sehr rasch abnehmen, aber ein schwaches Ueberbleibsel derselben schwindet langsamer, zum Beweise, dass die letzten Spuren des Blutfarbstoffes der Zersetzung durch Natron bis zu einem gewissen Grade widerstehen. Je grösser der Natronzusatz, desto länger erhält sich dieser Hämoglobinrest, weshalb Körber von einer hemmenden Wirkung grosser Natronzusätze spricht. Bei den allergrössten von Körber angewandten Natronzusätzen erhielt sich dieser Rest, namentlich bei den an sich schwer zersetzlichen Hämoglobinen (wie z. B. vom Pferd, Rind u. s. w.) unverändert 16 Stunden lang, so dass die weitere Beobachtung aufgegeben wurde.

Bis zu dem erwähnten Punkte nun wächst auch hier die Geschwindigkeit der Zersetzung in geradem und zugleich beschleunigtem Verhältniss mit der Quantität des Natronzusatzes; ja es zeigt sich, dass die absoluten Zersetzungszeiten hier viel kleiner sind, als bei Essigsäurewirkung; das Natron wirkt, wenn man vom letzten Ueberbleibsel des Hämoglobins absieht, bedeutend energischer zersetzend, als die Essigsäure. Von diesem Punkte an aber schreitet die Zersetzung um so langsamer fort, je grösser der Natronzusatz war. Sieht man demnach von jenen Hämoglobinüberbleibseln nicht ab, so müsste man sagen, dass bei Anwendung grösserer Mengen die Essigsäure das Hämoglobin energischer zersetzt, als die Natronlauge.

Bei den schwerzersetzlichen Hämoglobinsorten (z. B. vom Pferde, Hasen, Rind etc.) zeigt sich deutlich ein Uebergangsstadium zu der, den Hämoglobinrest betreffenden, hemmenden Wirkung der Natronlauge. Hier erkennt man nämlich das Gesetz, dass die Zersetzungszeiten rascher abnehmen, als die Natronzusätze wachsen, nur noch ganz zu Anfang der Reihe, also bei den kleinsten und kleineren Zusätzen, wo die absoluten Zersetzungszeiten sehr grosse sind; von einer gewissen Grenze an aber, also bei mittlerer Grösse der Zusätze nehmen die Zersetzungszeiten zwar gleichfalls noch mit den

Natronzusätzen ab, aber nicht mehr in beschleunigtem, sondern im Gegentheil in verlangsamtem Maasse, wobei der Hämoglobinrest immer hartnäckiger zu widerstehen beginnt; bei den grösseren und grössten Zusätzen wird zwar ein grosser Theil des Hämoglobins rasch zersetzt, aber die Zersetzung des Hämoglobinrestes erfolgt nun um so langsamer, je grösser der Natronzusatz war. Aus diesen Verhältnissen erklärt sich die aus den Körber'schen Versuchen, bei genauerer Betrachtung derselben, sich ergebende Thatsache, dass die genannten, an sich sehr schwer zersetzlichen Hämoglobinarten im Unterschiede von allen übrigen von Körber untersuchten, durch Natronlauge langsamer zersetzt werden, als durch Essigsäure. Nur bei den kleineren Zusätzen war hier ein Unterschied zu Gunsten der Natronlauge wahrnehmbar.

Um den Unbequemlichkeiten, welche durch den Zersetzungsrest der Beobachtung erwuchsen, zu entgehen, bereitete sich Körber aus seiner Normallösung durch Verdünnen mit Wasser eine $^1/_{10}$ Normallösung. Die Zersetzung der zu prüfenden, mit Hilfe der Normallösung selbst hergestellten, Blutlösung beobachtete er dann nur bis zu dem Momente, in welchem die Blutbänder mit denjenigen der $^1/_{10}$ Normallösung übereinstimmten; war es so weit gekommen, so betrachtete er die Blutlösung als „zersetzt". Aber dieses Verfahren, den Zersetzungswerth zu eliminiren, leidet offenbar an grosser Unsicherheit.

Ich hielt diese durch Körber ermittelten Thatsachen für wichtig genug, um sie einer erneuten Prüfung zu unterziehen, unter besonderer Berücksichtigung der Einwände, welche gegen seine Methode erhoben werden können.

Dass Körber die Forderung, Blutlösungen von gleichem Hämoglobingehalt zu erhalten, mit der Blutfarbstoffprobe nur annähernd erfüllt hat, ist gewiss. Gegenüber den ungeheuren, von ihm beobachteten, Unterschieden der Zersetzungszeit kommt aber dieser Umstand offenbar gar nicht in Betracht. Wenn der ungleiche Hämoglobingehalt die Ursache seiner Befunde gewesen wäre, dann hätte z. B. seine aus Schweineblut bereitete Blutlösung, trotz der Hämoglobin- und Hämatinprobe, einen 780 mal grösseren Hämoglobingehalt besessen, als die Typhusblutlösung!

Ein zweiter Einwand könnte aus dem Umstande abgeleitet werden, dass Körber mit Blutlösungen und nicht mit reinen Hämoglobinlösungen arbeitete. Nehmen wir nun an, sämmtliche Hämoglobine besässen eine gleiche Zersetzlichkeit, so würde folgen, dass die von Körber constatirten Unterschiede der Zersetzungszeiten auf nichts anderem beruhten, als auf Verschiedenheiten der neben dem Hämoglobin im verdünnten Blute enthaltenen Bestandtheile des Serum und der Blutkörperchen, also auf einer ungleichen Zusammensetzung des Bluts mit Bezug auf diese Bestandtheile. Wie gewaltig verschieden müsste aber alsdann die Zusammensetzung des Blutes verschiedener Thiere sein und wie mächtig müssten jene nebenhergehenden Blutbestandtheile die Zersetzung des Hämoglobin durch Essigsäure und Natronlauge beeinflussen!

Sowenig die Wahrscheinlichkeit für diesen letztern Einwand spricht, so halte ich ihn doch insoweit für berechtigt, um ihn einer experimentellen Prüfung zu unterziehen.

Ich beschloss daher, die Körber'schen Versuche zu wiederholen und zwar mit Lösungen von reinem krystallisirten Hämoglobin; dieses erschien mir auch deshalb nothwendig, weil Preyer [1]) thatsächlich die eben erwähnten Einwände gegen Körber erhoben hat.

Preyer behauptet, die von Körber angewandte Methode gestatte für die Frage der Zersetzlichkeit des Blutfarbstoffs keinen Schluss und begründet dies folgendermaassen: „Die Grundbedingung derartiger Untersuchungen, die Hämoglobine verschiedener Thiere unter absolut gleiche Bedingungen zu bringen, war nicht erfüllt, so dass die Zeitunterschiede, welche bei Einwirkung von Essigsäure oder Natronlauge auf Blut bis zum Verschwinden der Absorptionsstreifen im Spectrum beobachtet wurden, zum Theil auf quantitative und qualitative Unterschiede in der Blutzusammensetzung, zum Theil auf verschiedene Diffusionszeit, zum Theil auf ungleiche Resistenz bezogen werden können".

Preyer gibt also die Möglichkeit zu, dass die Körber'schen Resultate, wenigstens zum Theil auf ungleiche Resistenz der Hämoglobine bezogen werden können, spricht aber zugleich den betreffen-

1) W. Preyer, die Blutkrystalle, Jena 1871 S. 61.

den Versuchen jede Beweiskraft für diese Annahme ab, wie er denn auch weiterhin erklärt, es sei trotz Körber's zahlreichen Versuchen nichts über die Widerstandskraft der Hämoglobine verschiedener Thiere bekannt, „es sei denn, dass man die verschiedene Löslichkeit der Krystalle, je nach ihrer Herkunft dahin rechnen wolle".

Was nun aber die angeführten Motive zu diesem Urtheil anbetrifft, so gestehe ich, dass mir der aus der „verschiedenen Diffusionszeit" abgeleitete Einwand bei einer Flüssigkeit, die aus 1 Theil Blut und 100 Theilen Wasser besteht, unverständlich geblieben ist. Ueber die Möglichkeit, resp. Unmöglichkeit der von Körber gefundenen Differenzen der Zersetzungszeit auf entsprechende Differenzen im Hämoglobingehalt seiner Blutlösungen zu beziehen, habe ich schon gesprochen, es blieben also nur die „qualitativen" Unterschiede in der Blutzusammensetzung übrig. Hier aber war die Entscheidung unschwer zu finden.

Ich wählte zu meinen Versuchen Hunde- und Pferdeblut. Beide krystallisiren leicht und sind leicht zu beschaffen; beide zeigen ausserdem nach Körber eine sehr verschiedene Widerstandskraft gegen Essigsäure und Natronlauge. Bestätigten sich an diesen beiden Hämoglobinen, nachdem sie durch Krystallisation von Beimengungen gereinigt worden, die Erfahrungen Körber's, so war dies offenbar maassgebend für die Beurtheilung seiner übrigen Versuche. Deshalb prüfte ich diese beiden, von mir untersuchten Hämoglobinarten auch zugleich nach Körber's Methode, d. h. in jedem Versuch bereitete ich mir neben der Blutkrystalllösung auch noch eine einfache wässerige Lösung des betreffenden Blutes von annähernd demselben Hämoglobingehalt und verglich in beiden Lösungen die Zersetzungszeiten nach Zusatz von Essigsäure und Natronlauge.

Um nicht durch den Zersetzungsrest gestört zu werden, wendete ich von der Natronlauge kleinere Quantitäten, als von der Essigsäure an und bestimmte die Zersetzungszeit bis zum völligen Schwund der Blutbänder; selbstverständlich aber waren die Essigsäure- sowohl als die Natronzusätze bei beiden mit einander zu vergleichenden Blutarten die gleichen.

Methode der Untersuchung.

Das Princip der Untersuchung war dasselbe wie bei Körber — Beobachtung der Zersetzung des Hämoglobin im Spectrum bis zum Schwunde der Blutbänder und Messung der Zersetzungszeiten.

Um der Forderung möglichst gleicher Concentrationen zu genügen, wurde die Krystall- sowohl als die Blutlösung soweit mit Wasser verdünnt, bis eine Probe derselben, mit dem gleichen Volum Wasser verdünnt am Hüfner'schen Spectrophotometer, bei einer Einstellung desselben, wie ich sie vor Kurzem angegeben [1]), einen Winkel (φ) von 72—74° ergab. Hierauf wurden 20 ccm der ursprünglichen Blut- resp. Hämoglobinlösung in ein für spectrale Beobachtung geeignetes Fläschchen übergeführt, 20—x ccm Wasser, dann x ccm Essigsäure oder Natronlauge (beide von 10%) hinzugefügt, durchgeschüttelt und sogleich die Beobachtung im Spectrum begonnen.

Aus der Gleichheit des Extinctionscoefficienten kann man aber nur bei gleichartigem Blut resp. Hämoglobin auf gleiche Concentration schliessen. Die Lichtabsorption des Pferde- und Hundeblutes ist aber eine verschiedene. Deshalb und weil der Winkel φ selbst zwischen den Grenzen 72 und 74° schwankte, erschien es nothwendig, in jedem Versuche das Absorptionsverhältniss des Hämoglobin besonders zu bestimmen, um mit Hilfe dieser Grösse und des Extinctionscoefficienten nachträglich die Concentration jeder einzelnen zur Untersuchung gelangten Lösung zu berechnen. Die Bestimmung des Absorptionsverhältnisses geschah genau nach der in der angeführten Arbeit angegebenen Methode. Dasselbe gilt auch von der Methode der Krystallisation, nur wurde bei der Krystalldarstellung die Lösung der Stromata ohne Zuhilfenahme von NH_3, nur durch Wasser und gelindes Erwärmen ausgeführt. Ich bemerke, dass die Blutkrystalle vor erneutem Umkrystallisiren und desgleichen vor Herstellung der für die spectrophotometrische und darauffolgende spectroscopische Untersuchung bestimmten Lösungen dreimal auf der Centrifuge unter grossen Verlusten gewaschen wurden.

---

1) Diese Zeitschrift Bd. 24 S. 47.

In meinen früheren spectrophotometrischen Versuchen löste ich die Blutkrystalle, um eine vollkommene Klärung der Flüssigkeit zu erhalten, nach Hüfner nicht in destillirtem Wasser, sondern in 0,1 % Sodalösung. Diesen Zusatz liess ich in diesen Untersuchungen fallen, da das Salz die Zersetzungsvorgänge durch Essigsäure und Natron beeinflussen konnte. Meine filtrirten Blutkrystalllösungen waren so klar, dass eine weitere Klärung durch Soda unnöthig erschien.

Aus früher angegebenen Gründen wählte ich zur Bestimmung des Hämoglobingehaltes der wässerigen Blutlösungen das nach einmaliger Krystallisation des betreffenden Hämoglobin gefundene Absorptionsverhältniss.

Um bei der spectroscopischen Beobachtung eine möglichst gleichmässige Lichtquelle zu haben, schloss ich das Zimmer vom Tageslicht ab und beleuchtete den Apparat mittels einer Petroleumlampe. Die Entfernung der Lampe, sowie des gleich näher zu beschreibenden Fläschchens mit der zu untersuchenden Hämoglobinlösung vom Spectroscop war natürlich stets dieselbe.

Zur Aufnahme der zu prüfenden Hämoglobinlösungen dienten mir dieselben Gefässe, die auch Körber benützte. Es sind das Fläschchen aus Spiegelglas, die ungefähr 40—45 ccm Flüssigkeit fassen; die Aussenflächen sind einander parallel abgeschliffen, die inneren dagegen nicht ganz parallel. Die durchschnittliche Entfernung der einander gegenüber stehenden Flächen beträgt 1 cm.

Die Folgen einer ungleichen inneren Begrenzung verschiedener Fläschchen, die natürlich eine verschiedene Dicke der zu untersuchenden Flüssigkeitsschicht bedingen mussten, konnten dadurch eliminirt werden, dass zu den einander entsprechenden Präparaten verschiedener Blutarten stets dieselben Fläschchen benützt wurden, z. B. zu den Präparaten mit 0,5 ccm Natronlauge stets Fläschchen Nr. 1, zu den Präparaten mit 0,25 ccm Natronlauge — Fläschchen Nr. 2 u. s. w.

Die Zersetzungszeit wurde bestimmt, indem der Augenblick des Zusatzes des zersetzenden Agens zur Blut- resp. Hämoglobinlösung einerseits, und der Zeitpunkt, in dem die Absorptionsstreifen im Spectrum geschwunden waren, andererseits notirt wurde.

Versuche.

Versuch I. Hundeblut.

Das Blut wurde einer Hündin abgenommen, welche läufig war. Das Absorptionsverhältniss fiel in diesem Falle bedeutend höher aus, als in meinen früheren Bestimmungen dieses Werthes für Hundeblut. Der Wegfall der Sodalösung kann diesen Unterschied nicht bedingt haben, denn das Absorptionsverhältniss im nächstfolgenden Versuche stimmt wieder mit dem früher für Hundeblut gefundenen überein, obgleich auch hier kein Sodazusatz stattfand. Sollte etwa der Umstand, dass die Hündin gerade läufig war, hier von Einfluss gewesen sein? Ich wüsste nicht, worauf ich dieses Verhalten sonst zurückführen könnte.

Dabei zeigte sich auch in diesem Versuche, dass das Absorptionsverhältniss nach der zweiten Krystallisation höher ausfiel, als nach der ersten.

Für jede Beobachtungsreihe werde ich den Winkel φ, den entsprechenden Extinctioncoëfficienten ε, das Absorptionsverhältniss A und die berechnete Concentration $c = A\ \varepsilon$ angeben.

Da es schwierig ist, den Augenblick des Schwindens der Blutbänder genau zu bestimmen, besonders bei langsamerem Verlauf der Zersetzung, so haftet den als „Zersetzungszeiten“ bezeichneten Grössen eine gewisse Unsicherheit an. Diese Unsicherheit kommt aber, wie man sehen wird, beim Vergleich des Hunde- und Pferdebluts nicht in Betracht.

A. Wässerige Blutlösung.

$$\varphi = 73^{0},\ \varepsilon = 1{,}06812,\ A = 0{,}1586,\ c = 0{,}169.$$

Die absolute Hämoglobinmenge in jedem Präparat (= 40 ccm) betrug 0,068 g.

Bestimmung der Zersetzbarkeit durch

10% Essigsäure	10% Natronlauge
0,5 ccm zersetzt in 87′	0,25 ccm zersetzt in 91′
1,0 „ „ „ 32′	0,50 „ „ „ 12′
1,5 „ „ „ 13,5′	1,00 „ „ „ 1,5′

B. Hämoglobinlösung nach einmaliger Krystallisation.

$\varphi = 73^{\circ}, 30', \varepsilon = 1{,}09332, A = 0{,}1586, c = 0{,}173.$

Die absolute Hämoglobinmenge in jedem Präparat betrug 0,069 g.

Bestimmung der Zersetzbarkeit durch

10% Essigsäure	10% Natronlauge
0,5 ccm zersetzt in 85'	0,25 ccm zersetzt in 104'
1,0 „ „ „ 36'	0,50 „ „ „ 16'
1,5 „ „ „ 16'	1,00 „ „ „ 2'.

C. Hämoglobinlösung nach zweimaliger Krystallisation.

$\varphi = 74^{0}\ 30', \varepsilon = 1{,}14620, A = 0{,}1625, c = 0{,}186.$

Die absolute Hämoglobinmenge in jedem Präparat betrug 0,075 g.

Bestimmung der Zersetzbarkeit durch

10% Essigsäure	10% Natronlauge
0,5 ccm zersetzt in 95'	0,25 ccm zersetzt in 118'
1,0 „ „ „ 36'	0,50 „ „ „ 16'
0,5 „ „ „ 18'	1,00 „ „ „ 1,5'

Versuch II. Hundeblut.

A. Wässerige Blutlösung.

$\varphi = 72^{0}\ 30', \varepsilon = 1{,}04372, A = 0{,}1319, c = 0{,}138.$

Die absolute Hämoglobinmenge in jedem Präparat betrug 0,055 g.

Bestimmung der Zersetzbarkeit durch

10% Essigsäure	10% Natronlauge
0,5 ccm zersetzt in 70'	0,25 ccm zersetzt in 98'
1,0 „ „ „ 28'	0,50 „ „ „ 12'
1,5 „ „ „ 12'	1,00 „ „ „ 2'.

B. Hämoglobinlösung nach einmaliger Krystallisation.

$\varphi = 72^{0}, \varepsilon = 1{,}02004, A = 0{,}1319, c = 0{,}135.$

Die absolute Hämoglobinmenge in jedem Präparat betrug 0,054 g.

Bestimmung der Zersetzbarkeit durch

10% Essigsäure	10% Natronlauge
0,5 ccm zersetzt in 75′	0,25 ccm zersetzt in 86′
1,0 „ „ „ 27′	0,50 „ „ „ 11′
1,5 „ „ „ 14′	1,00 „ „ „ 1,0—1,5′.

Versuch III. Pferdeblut.

Die Zersetzungszeiten des Pferdehämoglobins dehnten sich auf der ersten, d. h. kleinsten Stufe des Essigsäure- sowohl als des Natronlaugenzusatzes dermaassen lange aus, dass ich die Beobachtung nicht ganz bis zu Ende d. h. bis zum völligen Schwunde der Absorptionsstreifen fortsetzte. Die betreffenden Zahlen sind also zu klein ausgefallen.

A. Wässerige Blutlösung.

$\varphi = 74^0$, $\varepsilon = 1{,}11932$, $A = 0{,}1331$, $c = 0{,}149$.

Die absolute Hämoglobinmenge in jedem Präparat betrug 0,060 g.

Bestimmung der Zersetzbarkeit durch

10% Essigsäure	10% Natronlauge
0,5 ccm zersetzt in mehr als 420′	0,25 ccm zersetzt in mehr als 450′
1,0 „ „ „ 261′	0,50 „ „ „ 124′
1,5 „ „ „ 130′	1,00 „ „ „ 64′

B. Hämoglobinlösung nach einmaliger Krystallisation.

$\varphi = 72^0$, $\varepsilon = 1{,}02004$, $A = 0{,}1331$, $c = 0{,}136$.

Die absolute Hämoglobinmenge in jedem Präparat betrug 0,054 g.

Bestimmung der Zersetzbarkeit durch

10% Essigsäure	10% Natronlauge
0,5 ccm zersetzt in mehr als 360′	0,25 ccm zersetzt in mehr als 360′
1,0 „ „ „ 205′	0,50 „ „ „ 113′
1,5 „ „ „ 115′	1,00 „ „ „ 47′.

Schluss.

Ueberblickt man diese Versuche, so sieht man zunächst, dass die Natronlauge bedeutend energischer zersetzend wirkt, als die

Essigsäure. Bei grösseren Natronzusätzen hätte sich das Verhältniss wegen des Zersetzungsrestes ohne Zweifel umgekehrt.

Ferner lehren die Versuche mit Hundeblut (in Uebereinstimmung mit Körber's Versuchen) durchweg, dass die Zersetzungszeiten rascher abnehmen, als die Zusätze von Essigsäure oder Natronlauge wachsen. Aus den Versuchen mit Pferdeblut lässt sich in dieser Hinsicht nichts entnehmen, weil die ganze Zersetzungszeit für die erste Stufe des Essigsäure- sowohl, als des Natronzusatzes hier nicht gemessen wurde.

Schlagend tritt uns hier der Unterschied der Zersetzlichkeit des Hunde- und Pferdeblutes entgegen. Er kann um so weniger auf die Ungleichheiten der Concentrationen bezogen werden, als der Hämoglobingehalt in den aus Pferdeblut dargestellten Lösungen sogar der geringere ist.

Um besser vergleichbare Zahlen zu erhalten, habe ich für jedes einzelne Präparat die beobachtete Zersetzungszeit auf eine absolute Hämoglobinmenge von 0,05 g reducirt, einen Werth, der nicht sehr von den thatsächlich gefundenen abweicht, und die so erhaltenen Zahlen in den nachfolgenden beiden, durch sich selbst verständlichen Tabellen, von welchen die erste sich auf die Essigsäure, die zweite auf die Natronlauge bezieht, zusammengestellt.

Die im letzten verticalen Tabellenstab enthaltenen Zahlen drücken das Verhältniss zwischen der Zersetzlichkeit des Hunde- und des Pferdehämoglobin aus, wobei die dem ersteren angehörigen Zersetzungszeiten jedes Mal gleich der Einheit gesetzt sind.

Vergleicht man die einer und derselben Stufe des Essigsäure- oder Natronzusatzes entsprechenden Zahlen im gleichartigen Blute und zwar sowohl in der Richtung der horizontalen, als auch der verticalen Tabellenstäbe, so sieht man, dass dieselben im Ganzen so gut mit einander übereinstimmen, wie von derartigen Untersuchungen nur erwartet werden kann. Es besteht hier also weder ein Unterschied zwischen krystallisirtem und einfach gewässertem Blut, noch zwischen den verschiedenen Stufen der Krystallisation.

Die Uebereinstimmung tritt besser zu Tage bei den Versuchen mit Essigsäure, als bei denen mit Natronlauge; ferner bei der zweiten und dritten Stufe der Zusätze besser, als bei der ersten.

Die Zahlen, welche dem nur einmal krystallisirten Pferdehämoglobin entsprechen, stelle ich in den Tabellen nicht nur denen für das einmal, sondern auch denen für das zweimal krystallisirte Hundehämoglobin gegenüber. Diese Zahlen kommen demnach in jeder Tabelle zwei Mal vor (vorletzter verticaler Tabellenstab, 2. und 3. Abtheilung).

Tabelle a.

Zersetzungszeiten in Minuten bei Einwirkung von 10% Essigsäure auf 0,05 g Hämoglobin.

	Essigsäure in ccm	Hund I	Hund II	Mittel	Pferd	Verhältniss der Zerzetzungszeit
Wässerige Blutlösung	0,5	64	64	64	mehr als 350	1 : mehr als 5,5
	1,0	24	25	24,5	219	1 : 8,9
	1,5	10	11	10,5	111	1 : 10,6
Hämoglobinlösung nach einmaliger Krystallisation	0,5	61	70	65,5	mehr als 350	1 : mehr als 4,7
	1,0	26	25	25,5	189	1 : 7,4
	1,5	12	13	12,5	106	1 : 8,5
Hämoglobinlösung nach zweimaliger Krystallisation	0,5	65	—	65	mehr als 350	1 : mehr als 4,7
	1,0	24	—	24	189	1 : 7,9
	1,5	12	—	12	106	1 : 8,8

Tabelle b.

Zersetzungszeiten in Minuten bei Einwirkung von 10% Natronlauge auf 0,05 g Hämoglobin.

	Essigsäure in ccm	Hund I	Hund II	Mittel	Pferd	Verhältniss der Zersetzungszeit
Wässerige Blutlösung	0,25	67	89	78	mehr als 380	1 : mehr als 4,9
	0,50	9	11	10	104	1 : 10,4
	1,00	1,5	1,5	1,5	54	1 : 36
Hämoglobinlösung nach einmaliger Krystallisation	0,25	75	80	77,5	mehr als 310	1 : mehr als 4,0
	0,50	12	10	11	104	1 : 9,5
	1,00	1,5	1,0	1,25	44	1 : 35,2
Hämoglobinlösung nach zweimaliger Krystallisation	0,25	79	—	79	mehr als 310	1 : mehr als 3,9
	0,50	11	—	11	104	1 : 9,5
	1,00	1,0	—	1,0	44	1 : 44

Obgleich aus dem Bisherigen schon hervorgeht, dass es keinen Unterschied macht, ob eine Blutkrystalllösung oder eine entsprechende Blutlösung der Einwirkung der Essigsäure oder Natronlauge ausgesetzt wird, sofern nur der Hämoglobingehalt in beiden der gleiche ist, dass also die übrigen Bestandtheile des Blutes keinen Einfluss auf die Zersetzungszeiten ausüben, so will ich hier doch noch einen weiteren Versuch anführen, der speciell dieser Frage gewidmet war. Er schliesst sich an den Versuch II (mit Hundeblut) an und bestand darin, die Blutkörperchen des Hundes, nachdem sie von ihrem eigenen Serum möglichst befreit worden, im Blutserum des Pferdes zu suspendiren, hieraus eine wässerige Lösung von demselben Hämoglobingehalt, wie die im Versuch II angeführte wässerige Lösung des natürlichen Hundebluts zu bereiten und beide in Betreff ihrer Zersetzlichkeit durch Essigsäure und Natronlauge mit einander zu vergleichen.

Zu diesem Zwecke wurde ein Theil des defibrinirten, zu Versuch II benutzten Hundeblutes centrifugirt, das Serum abgegossen, durch völlig klares, blutkörperchenfreies Pferdeserum ersetzt, wieder centrifugirt, das Serum entfernt etc. Diese Procedur wiederholte ich noch ein zweites und drittes Mal, vertheilte die Blutkörperchen alsdann in soviel Pferdeserum, dass das ursprüngliche Blutvolum wieder hergestellt war und liess die Mischung zwölf Stunden ruhig stehen.

Einen zweiten Versuch, in welchem ich Pferdeblutkörperchen in Hundeblutserum suspendiren wollte, musste ich aufgeben, da die ersteren sich in der letzteren selbst auf der Centrifuge nicht genügend senkten.

Aus jener Mischung wurde nun in der bereits angegebenen Weise eine wässerige Blutlösung hergestellt. Der Winkel φ bei der wässerigen Lösung des natürlichen Hundeblutes in Versuch II betrug 72^{0} 30′, und es gelang mir auch hier, indem ich beim Verdünnen sehr vorsichtig verfuhr, denselben Winkel zu erzielen.

Der Hämoglobingehalt in beiden Blutlösungen war also derselbe, und deshalb sind die Resultate der Versuche direct mit einander vergleichbar.

Ich lasse nun den Versuch folgen.

Versuch IV.

Hundeblutkörperchen in Pferdeblutserum.

$\varphi = 72^0\,30'$, $\varepsilon = 1{,}04372$, $A = 0{,}1319$, $c = 0{,}138$.

Die absolute Hämoglobinmenge in jedem Präparate betrug also 0,055 g.

Zum Vergleich setze ich neben die Zahlen dieses Versuches in Klammern die aus dem Versuch II, A entnommenen entsprechenden Zahlen für die Zersetzungszeiten der wässerigen Lösung des natürlichen Hundebluts.

Bestimmung der Zersetzbarkeit durch

10% Essigsäure	10% Natronlauge
0,5 ccm zersetzt in 80′ (70′)	0,25 ccm zersetzt in 97′ (98′)
1,0 „ „ „ 27′ (28′)	0,50 „ „ „ 11′ (12′)
1,5 „ „ „ 13′ (12′)	1,00 „ „ „ 2′ (2′).

Es erweist sich also, wie aus der Uebereinstimmung dieser Zahlen hervorgeht, als gleichgiltig, ob sich in der wässerigen Lösung der Hundeblutkörperchen neben dem Hämoglobin die Serumbestandtheile des Hundes oder des Pferdes befinden; da sich nun ferner herausgestellt hat, dass es für die Zersetzlichkeit eines gegebenen Hämoglobins, gleiche Concentration vorausgesetzt, gleichgiltig ist, ob dasselbe sich in einer wässerigen Blutlösung oder in einer reinen, durch Auskrystallisiren gewonnenen, wässerigen Lösung befindet, so beeinflussen offenbar die in den Blutkörperchen neben dem Hämoglobin enthaltenen Bestandtheile den Zersetzungsvorgang gleichfalls gar nicht, womit Preyer's Einwand gegen Körber's Verfahren erledigt ist.

Zum Schlusse fasse ich die Resultate dieser Arbeit in folgende Sätze zusammen:

1. Die Widerstandskraft des Hunde- und Pferdehämoglobins gegen die zersetzenden Einflüsse der Essigsäure und der Natronlauge ist, wie bereits Körber gefunden, eine sehr verschiedene; die von Körber angewendete Methode hat ihn also nicht zu falschen Resultaten geführt; mithin wird es also auch mit den übrigen, andere Hämoglobinarten betreffenden, Befunden Körber's seine Richtigkeit haben.

2. Diese Verschiedenheit der Widerstandskraft ist durch die chemische Beschaffenheit der Hämoglobine selbst bedingt.

3. Der Unterschied zwischen der Zersetzlichkeit des Hunde- und Pferdehämoglobins wächst mit der Quantität des Zersetzungsmittels. Wenigstens gilt dies von Mischungen, in welchen 0,5—1,5 ccm 10% Essigsäure resp. 0,25—1,00 ccm 10% Natronlauge auf 40 ccm einer Hämoglobinlösung von ca. 0,125% kommen (= 0,05 g Hämoglobin in 40 ccm Lösung).

4. Innerhalb der Grenzen dieser Mischungsverhältnisse erwies sich die Natronlauge als stärker wirkendes Reagens.

Meinem geschätzten Lehrer, Herrn Professor Al. Schmidt, auf dessen Vorschlag ich vorliegende Untersuchungen unternommen, sage ich hierdurch für sein überaus liebenswürdiges Entgegenkommen meinen besten Dank.

Ueber die titrimetrische Bestimmung des Harnstoffs.

Entgegnung an Herrn Geheimrath Pflüger.

Von

Dr. Th. Pfeiffer.

Herr Geheimrath Pflüger[1]) hat zu meiner grossen Genugthuung die von mir in dieser Zeitschrift[2]) mitgetheilte, modificirte Rautenberg'sche Methode zur Titration des Harnstoffs einer eingehenden Prüfung unterworfen und ist hierbei schliesslich zu einem sehr günstigen Urtheil gelangt. Der genannte Forscher beweist nämlich, dass die beregte Methode richtige Resultate liefert, dass sie im Einklang mit dem Pflüger'schen Verfahren den Gesammtstickstoffgehalt des menschlichen Harnes annähernd richtig zu bestimmen gestattet. Diese Anerkennung meiner Arbeit ist jedoch mit einer solchen Fülle von Angriffen verbrämt, dass in dem Leser der Pflüger'schen Abhandlung der Gedanke wachgerufen werden könnte, mein Kritiker habe über die von mir bearbeitete Methode eigentlich ein vernichtendes Urtheil gefällt. Ich sehe mich daher zur Aufklärung der thatsächlichen Verhältnisse zu der nachfolgenden Entgegnung, welche leider durch anderweitige Inanspruchnahme meiner Zeit eine unliebsame Verzögerung erfahren hat, veranlasst.

Einige „historische" Bemerkungen muss ich vorausschicken. Die von Rautenberg ausgearbeitete Methode zur Bestimmung

---

1) Archiv für die gesammte Physiologie 1887 Bd. 40 S. 533—586.

2) Dasselbe, Bd. 20 1884 S. 540—565.

des Harnstoffs unter Anwendung von Calciumcarbonat als Neutralisationsmittel sowie die zugehörige Kochsalzcorrection, ist nach dem Tode Rautenberg's von Henneberg[1]), dessen Assistent der Verstorbene gewesen war, veröffentlicht worden.

Bei zahlreichen Untersuchungen, welche Harnstoffbestimmungen erforderlich machten, ist dann selbstverständlich diese Methode von Henneberg und seinen Schülern in Anwendung gebracht. Pflüger stellte darauf in seiner ersten, die Harnstofftitration betreffenden Arbeit, folgende Behauptung[2]) auf, die ich, wie auch die folgenden Citate hier **wörtlich** anführe. „... Der Harnstoff wird um **14%**, **sage 14%** zu klein gefunden. — Dass so gut wie alle bisherigen Harnstofftitrirungen mit diesen und aus anderen später zu erörternden Gründen noch grösseren Fehlern behaftet sind, kann keinem Zweifel unterliegen". Speciell mit Bezug auf die Rautenberg'sche Methode sprechen sich Habel und Fernholz[3]), die unter der Leitung Pflüger's gearbeitet haben, in gleicher Weise wie folgt aus: „Gehen wir jedoch zu den **analytischen Belegen** Rautenbergs über, so zeigen sich enorme Differenzen". (Es folgen Berechnungen, deren Haltlosigkeit ich nachgewiesen habe, worauf ich später zurückkomme, und dann heisst es weiter) „Da nun, wie aus obigen Berechnungen hervorgeht, die Correction für Kochsalz viel zu **gross** ist, andererseits die Endreaction nach dem alternirenden Verfahren, wie E. Pflüger nachgewiesen hat, bei der Harnstofftitrirung zu **früh** eintritt, so ist auf den ersten Blick einleuchtend, dass sowohl die Kochsalz- als auch die Harnstoffbestimmung nach dieser Methode falsch sein muss".

Wenn Jemand behauptet, „sämmtliche bisher bekannten Methoden liefern Fehler von 14 % und mehr, ich aber habe eine neue, richtige Methode gefunden", so ist dies meiner Ansicht nach gleichbedeutend, mit der von mir Pflüger gegenüber gemachten Aeusserung[4]): „Pflüger ist hiernach der Ansicht, dass lediglich sein als stetige

1) Annalen der Chemie und Pharmacie Bd. 133 S. 55.

2) Archiv für die gesammte Physiologie Bd. 21 S. 261.

3) Dasselbe Bd. 23 S. 89 und 91.

4) Pfeiffer, a. a. O. S. 540.

Methode bezeichnetes Verfahren zu richtigen Resultaten führe". Von später etwa noch zu ermittelnden neuen Methoden ist hierbei also gar nicht die Rede, und es ist mir daher völlig unbegreiflich, wie Pflüger nunmehr erklären [1]) kann: „Es war niemals meine Ansicht, dass nur meine Methode zu richtigen Resultaten führe".

Doch dies nur nebenbei. Aus obigen Erörterungen geht hervor, dass der Rautenberg'schen Methode von Pflüger und seinen Schülern der Vorwurf grosser Ungenauigkeit gemacht worden ist, und dass ich mich daher, als ich auf Henneberg's Veranlassung eine eingehende Prüfung dieser Methode unternahm, im Stande der Abwehr befand. Es galt lediglich die Arbeit eines Verstorbenen und die auf Grund derselben später ausgeführten Versuche vor den gegen sie erhobenen Anklagen zu schützen. Im Verlauf meiner Untersuchungen habe ich dann die Ueberzeugung gewonnen, dass die Rautenberg'sche Methode namentlich dem Pflüger'schen Verfahren gegenüber, besonders mit Rücksicht auf schnelle Ausführbarkeit, gewisse Vorzüge besitzt. Es ist mir aber durchaus nicht in den Sinn gekommen, die Genauigkeit der Pflüger-schen Methode anzuzweifeln, wozu mir auch schon deswegen jede Berechtigung gefehlt haben würde, weil ich das Pflüger'sche Verfahren nur insofern herangezogen habe, um zu zeigen [2]), dass die Normal-Quecksilberlösung bei Rautenberg 60,1 g, bei Pflüger dagegen bekanntlich 71,5 g Quecksilber im Liter enthalten muss. Gegen diese Thatsache, worauf es mir ausschliesslich ankommen musste, erhebt Pflüger keinen Einspruch, er erkennt also die Beweiskraft meiner Versuche an, aber er greift Punkte, welche für meine Zwecke völlig nebensächlich waren, heraus, um hieran seine eigenartige Kritik zu üben. In welcher Weise hierbei Pflüger verfährt, möge folgendes Beispiel [3]) zeigen. Derselbe schreibt: „. . . Pfeiffer macht trotzdem die erhaltenen Ungenauigkeiten meiner Methode zum Vorwurf, denn er sagt, (a. a. O. S. 549). „„Bei meinen nach Pflüger gemachten Titrationen lieferte seine Correction

1) Archiv Bd. 40 S. 536.
2) Pfeiffer a. a. O. S. 543.
3) Archiv Bd. 40 S. 539.

auch nicht immer genaue Resultate''''..." Dies ist aber erstens nur eine ganz nebensächliche Beobachtung, die deshalb ausdrücklich in eine Anmerkung verwiesen wurde, zweitens vergisst Pflüger die Fortsetzung dieser Anmerkung, die mich bei jedem Unparteiischen aller Weiterungen überheben musste, ebenfalls zu citiren. Dem obigen Passus fügte ich nämlich hinzu: „Doch ist die Zahl der Versuche zu gering, um irgendwie beweiskräftig zu sein".

Es würde zu weit führen, wollte ich sämmtliche, gegen mich gerichtete Auslassungen Pflüger's in gleicher Weise richtig stellen. Ich will lieber die Resultate meiner Arbeit kurz besprechen und hierbei die etwa dagegen erhobenen Einwände Pflüger's kritisch erörtern.

1. Ich habe bewiesen, dass die Rautenberg'sche Methode in reinen Harnstofflösungen durchaus zuverlässige Resultate liefert. Wenn man allerdings eine nach Pflüger bereitete Quecksilberlösung (71,5 g Hg im Liter) zur Titration verwendet, so wird man finden, dass zur Ausfällung von 10 ccm einer 2% Harnstofflösung bei Anwendung von Calciumcarbonat als Neutralisationsmittel nur 16,8 ccm verbraucht werden. Man muss also mit verdünnteren Normallösungen arbeiten und zwar einer solchen, die, wie ich nachgewiesen habe, **60,186 g** Quecksilber im Liter enthält, wenn man den Titer nach der allgemeinen Vorschrift so stellen will, dass 0,2 g Harnstoff 200 ccm Quecksilberlösung verbrauchen. Da nun Rautenberg die letztere Bedingung stets erfüllt hat, so muss er eben auch unbedingt eine Lösung mit obigem Quecksilbergehalte (60,186 g) verwandt haben. Dies ist eine Thatsache, auf welche hin ich namentlich die von Habel und Fernholz gegen die Rautenberg'sche Kochsalzcorrection erhobenen Angriffe (Näheres S. 344) zurückweisen konnte, und welche bis dahin unbekannt war.

Pflüger hat offenbar stets angenommen, dass die Quecksilberlösungen von sämmtlichen Forschern nach der Liebig'schen Vorschrift hergestellt wären, und dass sie daher 71,5 g Quecksilber im Liter enthalten hätten. Sagt er doch selbst [1]) in ganz unzwei-

1) Archiv Bd. 21 S. 261.

deutiger Weise: „Es ist also klar: die Quecksilberlösung ist gestellt und richtig für das **nicht** alternirende Verfahren“, welches bekanntlich auch nach Pflüger's Untersuchungen (a. a. O. S. 256) 71,5 g Hg Quecksilber im Liter verlangt. Dass Pflüger hierbei entsprechend meiner obigen Deduction sämmtliche Forscher im Auge hat, geht aus seiner sich unmittelbar ansschliessenden Bemerkung [1]) hervor, worin er „so gut wie allen bisherigen Harnstofftitrirungen“ einen Fehler von 14% vorrechnet.

Aber weiter. Sollte Pflüger wirklich gewusst haben, dass man mit Quecksilberlösungen, welche nur 60,186 g Hg enthalten, richtige Harnstoffbestimmungen auszuführen im Stande ist, wie konnte derselbe es dann dulden, dass seine Schüler Habel und Fernholz dies völlig unberücksichtigt liessen und ihre mehrerwähnten Angriffe gegen die Rautenberg'sche Kochsalzcorrection auf Berechnungen stützten, welche doch auf einem Gehalt der verwandten Quecksilberlösung von 71,5 g Hg basirten?!

Trotzdem schreibt Pflüger [2]) in seiner Kritik: „Während Dr. Th. Pfeiffer an verschiedenen Stellen seines Aufsatzes Ansichten zu widerlegen suchte, die unrichtig sind, die er aber mir ohne Berechtigung zuschreibt (?), erörtert er bei der Titerstellung gewisse Principien (a. a. O. S. 543), ohne zu sagen, dass sie mir gehören. Es handelt sich um die Beobachtung, dass der Quecksilberverbrauch, resp. seine Beziehung zum Harnstoff von der Art des Verfahrens bei der Titration abhänge; dass man den Titer nach derselben Methode stellen müsse, welche nachher beim praktischen Gebrauche innegehalten wird; dass die vielfach früher benützten Lösungen gar nicht 71,5 g Quecksilber im Liter enthielten, wie dies Liebig's Vorschrift war, und dass man die Abweichung nicht merkte, weil eben der Titer empirisch gestellt worden war u. s. w. Der Leser erfährt durch Pfeiffer in keiner Weise, dass diese Einsicht erst durch mich gewonnen ist“.

Das Verdienst, die näheren Umstände, welche bei der Harnstofftitration mitspielen, zuerst festgestellt zu haben, erkenne ich

---

1) Bereits S. 377 wörtlich citirt.

2) Archiv Bd. 40 S. 554.

Pflüger voll und ganz zu, habe es auch in keiner Weise, auch nicht durch Verschweigen des Autors angetastet. Denn lediglich insoweit habe ich diese Thatsachen berührt, als ich daraus als Erster auf Grund von Versuchen die praktische Consequenz zog: „eine von der ursprünglichen Vorschrift abweichende Methode kann dennoch richtige Resultate liefern [1])". Meine ganze Arbeit sowohl wie die Pflüger'sche Kritik bieten hierfür den vollgültigen Beweis. Dagegen haben Pflüger resp. seine Schüler nirgends dem Gedanken Raum gegeben, Rautenberg könne vielleicht durch Verwendung einer verdünnteren Quecksilberlösung richtige Resultate erzielt haben.

Gerade das Gegentheil ist, wie bereits erwähnt, der Fall. Diese Einsicht, auf welche es bei meiner Arbeit offenbar ausschliesslich ankommt, gehört also **nicht Pflüger,** sondern mir. Ich konnte daher unmöglich den Leser vom Gegentheil belehren.

Was die experimentelle Prüfung der Rautenberg'schen Methode bei reinen Harnstofflösungen durch Pflüger anlangt, so constatirt letzterer [2]) zunächst, „dass es von vornherein wahrscheinlich war, Pfeiffer habe den Titer annähernd (?) richtig angegeben", er fand, dass in der That 1 ccm einer Quecksilberlösung, welche nach meiner Vorschrift 60,186 g Hg im Liter enthält, 0,010 g Harnstoff entspricht, wenn für einen Ueberschuss an Kalkcarbonat gesorgt wird. Dies entspricht vollkommen meinen Angaben. Pflüger wendet [3]) sich dann aber gegen den Verdünnungscoëfficienten, welchen ich für die von mir verwandten Quecksilberlösungen ermittelt habe. Ueber diesen Punkt äussere ich mich in meiner Arbeit [4]) wie folgt:

„Nach Liebig ist der Verdünnungscoëfficient (0,02) constant. Rautenberg bestätigt dagegen eine frühere Wahrnehmung von Henneberg, Stohmann und Rautenberg, wonach bei zunehmender Verdünnung eine Abnahme des Correctionscoëfficienten

1) Pfeiffer a. a. O. S. 544.
2) Archiv Bd. 40 S. 554.
3) Archiv Bd. 40 S. 555 ff.
4) a. a. O. S. 549.

von 0,08 bis auf 0,04 stattfindet. Für die vorliegenden Untersuchungen ergab sich ein constanter Verdünnungscoëfficient und zwar 0,03. Die von den oben genannten Autoren gemachte Bemerkung „man sollte daher streng genommen den Verdünnungscoëfficienten für jede Quecksilberlösung eigens ermitteln, verdient daher volle Beachtung[1])". Von einem „durchaus anderen Gesetz" meinerseits kann also nicht die Rede sein, denn erstens befinde ich mich mit den ursprünglichen Liebig'schen Angaben von der Constanz des Verdünnungscoëfficienten im Einklang, und zweitens gebe ich überhaupt kein „Gesetz", sondern ich schreibe im Gegentheil (auch noch S. 565) vor: „Der Verdünnungscoëfficient ist für jede neue Lösung Quecksilbernitrat zu ermitteln". Pflüger rechnet mir ferner vor, die wahren von mir gefundenen Verdünnungscoëfficienten seien die folgenden:

Pflüger S. 558.

Nr.	% Gehalt der Harnstofflösung	Verdünnungscoëfficient für Lösung I	Verdünnungscoëfficient für Lösung II	Verdünnungscoëfficient für Lösung III
1	1,33	0,020	0,0277	0,030
2	1,00	0,022	0,0295	0,030
3	1,00	0,023	—	—
4	0,666	0,0397	0,0256	0,030
5	0,500	0,0265	0,0335	0,038

Ich gebe Pflüger vollkommen Recht, diese Schwankungen sind gewiss recht bedeutend und lassen sich in keiner Weise durch eine Gesetzmässigkeit erklären; sie sind daher sicherlich das Resultat von „Beobachtungsfehlern". **Aber gerade weil** ich mich bei meinen Arbeiten niemals frei von Beobachtungsfehlern fühle, habe ich aus den zahlreichen Versuchen geschlossen, dass die abgerundete Mittelzahl 0,03 die grösste Wahrscheinlichkeit für sich besitzt.

Wie macht es denn Pflüger in einem ähnlichen Falle? Derselbe hat bekanntlich in Gemeinschaft mit Bohland[2]) den Stick-

1) Im Original nicht gesperrt gedruckt.

2) Archiv Bd. 36 S. 154.

stoffgehalt des Harnes einerseits direct nach Kjeldahl, andererseits aus der Harnstoffbestimmung ermittelt und die gewonnenen Zahlen vergleichend gegenübergestellt. Hierbei zeigen sich nun Differenzen von —3,3 bis + 2,5%, es müssen sich also auch nicht unbedeutende „Beobachtungsfehler“ eingeschlichen haben, wenn Pflüger zu dem berechtigten Schlusse gelangt, beide Methoden lieferten übereinstimmende Resultate, da die mittlere Differenz von 46 Versuchen — 0,2% beträgt.

Wie gross ist nun aber wirklich die Differenz, welche durch meine Beobachtungsfehler hervorgerufen wird, welchen Unterschied macht es, ob in dem einzelnen Falle die jeweilig gefundenen — nach Pflüger mit so enormen Widersprüchen behafteten — Verdünnungscoëfficienten oder die Mittelzahl 0,03 angewandt wird? Die betreffenden Zahlen finden sich allerdings bereits in Tabelle III meiner Arbeit, aber ich habe daselbst versäumt, die entscheidenden Differenzen besonders anzuführen.

Ich hole dies jetzt nach und stelle die von Pflüger berechneten Verdünnungscoëfficienten daneben.

	Zum Titriren verwandt H = Harnstofflösung W = Wasser	a. Im Mittel verbrauchte Quecksilberlösung ccm	b. Umgerechnet mit Verdünnungscoëfficienten 0,03	c. Berechneter Verbrauch v. Quecksilberlösung ccm	d. Aus a u. c berechnete Verdünn.-Coëffic. (Pflüger)	e. Differenz b — c ccm
Lösung I	10 ccm H + 5 ccm W	20,075	19,777	19,88	0,020	— **0,103**
	10 „ „ + 10 „ „	20,3	19,719	19,88	0,022	— **0,161**
	7,5 „ „ + 7,5 „ „	15,25	14,808	14,91	0,023	— **0,102**
	5 „ „ + 10 „ „	10,7	10,121	9,94	0,0397	+ **0,181**
	3,75 „ „ + 11,25 „	8,025	7,366	7,45	0,0265	— **0,084**
Lösung II	10 „ „ + 5 „ „	20,27	19,98	20,00	0,0277	— **0,020**
	7,5 „ „ + 7,5 „ „	15,43	14,99	15,0	0,0295	— **0,010**
	5 „ „ + 10 „ „	10,5	9,9	10,0	0,0256	— **0,100**
	3,75 „ „ + 11,25 „	8,23	7,58	7,5	0,0335	+ **0,080**
Lösung III	10 „ „ + 5 „ „	20,35	20,06	20,07	0,030	— **0,010**
	7,5 „ „ + 7,5 „ „	15,5	15,06	15,05	0,030	+ **0,010**
	5 „ „ + 10 „ „	10,63	10,05	10,03	0,030	+ **0,020**
	3,75 „ „ + 11,25 „	8,35	7,70	7,53	0,038	+ **0,170**
					Im Mittel:	— **0,009**

Ich glaube hiernach vollkommen berechtigt gewesen zu sein, bei sämmtlichen Versuchen den Verdünnungscoëfficienten 0,03 anzuwenden, denn diese Zahl lieferte bei den Probetitrationen Resultate, welche der Wahrheit sehr nahe kommen.

2. Ich habe ferner bewiesen, dass die Rautenberg'sche Kochsalzcorrection durchaus nicht mit den enormen Fehlern behaftet ist, wie Habel und Fernholz vorzurechnen suchen, dass sie vielmehr wenigstens beim Harn von Pflanzenfressern genaue Resultate liefert. Habel und Fernholz berechneten, dass Rautenberg bei seiner Kochsalzcorrection bedeutend **mehr** Quecksilbernitrat verbraucht habe, als die angewandte Kochsalzmenge zur Umsetzung in Quecksilberchlorid verlange. Die dadurch bedingten Fehler sollten 21,97 bis 22,78% betragen haben. Sie nahmen hierbei, unter ausdrücklicher Berufung auf die Arbeit von **Pflüger**[1]), als selbstverständlich an, dass die von Rautenberg benutzte Lösung **71,5 g** Quecksilber im Liter enthalten habe.

Diese **Voraussetzung** habe ich als **falsch** zurückgewiesen, denn die Rautenberg'sche Quecksilberlösung hat, wie mehrfach erwähnt, nur **60,186 g** enthalten. Legt man diese Zahl den Berechnungen von Habel und Fernholz zu Grunde, so reduciren sich die obigen Fehler auf 5,8—7,5%; aber auch hierfür glaube ich (S. 551 und 552) eine Erklärung, resp. eine eventuelle Correction gefunden zu haben.

Auch Pflüger sieht sich gezwungen, dies Alles wenigstens stillschweigend zuzugeben. Trotzdem erfährt meine Arbeit auch bei dieser Gelegenheit tadelnde Bemerkungen. Die Rautenberg-schen Versuche sind seiner Zeit nur bei reinen Harnstoff-Kochsalzlösungen, sowie bei Harnen von Pflanzenfressern ausgeführt, weil dies für die Zwecke einer landwirthschaftlichen Versuchsstation vollkommen genügte.

---

1) Um so interessanter ist folgende Bemerkung Pflüger's in seiner gegen mich gerichteten Kritik (S. 560): „Die Quecksilberlösung enthält selbstverständlich **60,186 g Quecksilber, wie es der Rautenberg'schen Vorschrift (?) gemäss ist**". Ich habe dem nichts hinzuzufügen!

A priori musste aber angenommen werden, dass die neue Methode auch für andere Harnarten verwendbar sei. Dieser Ueberzeugung hat Henneberg (a. a. O. S. 57) in folgender Weise Ausdruck verliehen: „Versuche mit Harn des Menschen und der Fleischfresser liegen zwar bis dahin nicht vor, doch kann es keinem Zweifel unterliegen, dass die Reaction mit doppelt kohlensaurem Natron sich auch bei diesen Harnarten bewähren wird.“ Diese Vermuthung [1]) hat sich mir nicht bestätigt, indem sich entgegen allen durchaus berechtigten Voraussetzungen, bei Versuchen, die Brauchbarkeit der Rautenberg'schen Kochsalzcorrection auch bei menschlichem Harne zu erweisen, ganz widersprechende Umstände zeigten.

Trotz dieses einen negativen Resultates, welches mit der Rautenberg'schen Arbeit nichts zu thun hatte, blieb die Hauptsache vollkommen zu Recht bestehen, dass nämlich die Rautenberg'sche Kochsalzcorrection in allen den Fällen zutreffende Resultate liefert, für welche sie von ihrem Urheber geprüft und von Henneberg und seinen Schülern später benützt worden ist.

Pflüger sucht die Sache allerdings anders darzustellen. Derselbe schreibt [2]): „Wenn Th. Pfeiffer zuzugeben gezwungen ist, dass Habel und Fernholz, wenigstens für den Harn des Menschen und der Fleischfresser, mit ihrer Einsprache gegen die Methode von Rautenberg und Henneberg durchaus im Rechte waren; dass also die Behauptung Henneberg's von der Anwendbarkeit dieser Methode auf diese Harne auf einem Irrthum, folglich auf falschen Voraussetzungen, beruhte, so hätte Dr. Pfeiffer, der jetzt auf Veranlassung Henneberg's arbeitet, besser die Behauptung unterlassen, dass die von Habel und Fernholz gegen die Rautenberg-Henneberg'sche Kochsalzcorrection erhobenen Einwände wesentlich auf falschen Voraussetzungen beruhen. Denn es ist ja klar, dass diese Behauptung Pfeiffer's sich nur auf Nebensächliches beziehen kann“. Darauf antworte ich: Habel und Fern-

1) Trotz Pflüger's dagegen gemachtem Einwurf (S. 544), kann ich es doch nach wie vor nur als eine „Vermuthung“ bezeichnen; denn Alles, was nicht durch Versuche bewiesen ist, bleibt meiner Ansicht nach eine Vermuthung.

2) Archiv Bd. 40 S. 545.

holz haben keine Einsprache gegen die Anwendung der Rautenberg'schen Kochsalzcorrection beim Harn des Menschen und der Fleischfresser erhoben, sie haben vielmehr das **Princip** der Methode, und damit die darauf begründeten Untersuchungen, angegriffen. Ich erkläre daher nochmals ausdrücklich, dass Habel und Fernholz hierbei von **falschen Voraussetzungen** ausgegangen sind. Ob es etwas „Nebensächliches" gewesen ist, als ich bewiesen habe, dass das Princip der Rautenberg'schen Kochsalzcorrection richtig ist, überlasse ich getrost der Entscheidung des Lesers.

3. Die von mir nachgewiesene Brauchbarkeit der Rautenberg'schen Methode für die Untersuchung des Harnes der Pflanzenfresser lässt Pflüger gänzlich unberührt und gibt diese Thatsache also zu. Dies ist aber für mich am wichtigsten, denn meine Aufgabe war es, wie ich eingangs gezeigt habe, wesentlich gewesen, die dagegen von Pflüger, Habel und Fernholz erhobenen Angriffe zurückzuweisen.

4. Endlich habe ich auch Versuche mit menschlichem Harn angestellt. Wie bereits erwähnt, musste hierbei von der Benützung der Rautenberg'schen Kochsalzcorrection Abstand genommen werden. Vor der Harnstofftitration muss vielmehr das Chlor mit Silberlösung ausgefällt werden, wobei ein geringer Ueberschuss von Silbernitrat, wie ich nachgewiesen habe, auf den Verbrauch von Quecksilbernitrat keinen Einfluss ausübt.

Die Harnstofftitration habe ich dann in der Weise ausgeführt, dass ich nach Zusatz von Calciumcarbonat im Ueberschuss zur Erkennung der Endreaction die Tüpfelprobe mit Natriumbicarbonat in bekannter Weise zu Hilfe nahm. Dies war, wie Pflüger mir in völlig zutreffender Weise nachweist, überflüssig. Wenn kohlensaurer Kalk im „Ueberschuss" vorhanden ist, so muss die Reaction selbstverständlich bereits im Becherglase eintreten, da Calciumcarbonat mit überschüssigem Quecksilbernitrat braune Färbung liefert. Ich bedauere, mir die Zwecklosigkeit des Zusatzes von Natriumbicarbonat vom chemischen Standpunkt aus nicht klar gemacht zu haben, sonst würde ich sicherlich diesen neuen Vortheil für die Methode bereits ausgenützt haben. Die weiteren Schlussfolgerungen, welche Pflüger der allerdings überflüssigen Heran-

ziehung der Tüpfelprobe entnimmt, muss ich dagegen ganz entschieden zurückweisen.

Pflüger argumentirt in folgender Weise: Da Pfeiffer bei der Titration von Harnen die Prüfung mit Natriumbicarbonat für nöthig erkannt, so ist dies ein Zeichen, dass derselbe eine ungenügende Menge Calciumcarbonat angewandt, dass er in saurer Lösung gearbeitet hat, und dass demnach die Endreaction mit $NaHCo_3$ zu früh eintreten musste. Hiergegen ist zu bemerken, dass bei reinen Harnstofflösungen, ebenso wie bei einigen Harnen (Pflanzenfresser) die Endreaction, wie auch angegeben (S. 546), sehr scharf schon im Becherglase selbst eintritt. Bei diesen, **für das Princip der Methode entscheidenden** Versuchen sind also unter allen Umständen die richtigen Bedingungen inne gehalten. Bei den übrigen Harnen (namentlich denjenigen vom Menschen) schien mir dagegen die im Becherglase unzweifelhaft auch eintretende Reaction in Folge der gelblichen Färbung der Harnbarytmischung undeutlich verwischt. Breitete ich dagegen einen Tropfen der titrirten Flüssigkeit auf einer geschwärzten Glastafel aus und brachte in die Mitte derselben eine geringe Menge aufgeschlemmtes Natriumbicarbonat, so vermochte ich deutlicher den „sich scharf abhebenden Ring" zu erkennen. Ich schob dies damals fälschlicher Weise auf eine chemische Umsetzung zwischen überschüssigem Quecksilbernitrat und Natriumbicarbonat; da mich Pflüger inzwischen auf die Unhaltbarkeit dieser Ansicht aufmerksam gemacht hat, so muss ich jetzt annehmen, dass lediglich der prägnantere Farbenunterschied zwischen dem rein weissen Natriumbicarbonat und der bräunlichen Titrirflüssigkeit die Endreaction schärfer erkennen liess.

Dafür, dass ich wirklich stets mit einem Ueberschuss von Calciumcarbonat gearbeitet habe, dass eine vollständige Neutralisation bereits im Becherglase eingetreten war, dafür bürgen meine Versuche, in welchen ich zu den Harnbarytmischungen eine bekannte Menge Harnstofflösung zusetzte und letztere dann annähernd richtig wiederfand. Dies ist natürlich nur bei correcter Einhaltung der obigen Bedingungen möglich.

Allerdings bezweifelt Pflüger (S. 553) die Beweiskraft dieser Versuche. Er spielt hierbei aber die Frage auf ein ganz anderes

Gebiet hinüber, in dem er daran erinnert, dass die Harnstofftitration mit Quecksilbernitrat „wohl den Gesammtstickstoff, nimmermehr aber den Harnstoff zu ermitteln gestattet". Sehr schön und wahr, aber es hat nur nichts mit der Beurtheilung meiner Versuche zu thun, abgesehen davon, dass dieser Einwand ebensogut auf das Pflüger-sche Verfahren zurückfällt. Ob man 1 ccm Normal-Quecksilberlösung gleichsetzt mit 0,01 g Harnstoff oder mit 0,00466 g Stickstoff, kann die Richtigkeit der Versuchsbedingungen in keiner Weise beeinflussen. Ich muss daher wiederholt constatiren, dass meine Versuche das bewiesen haben, was sie beweisen sollten. Wenn man zu einer Harnbarytmischung, in welcher man den Harnstoffgehalt [1]) nach einer zu prüfenden Methode ermittelt hat, eine bekannte Menge Harnstoff zusetzt und dann abermals den Harnstoffgehalt bestimmt, so sind zwei Möglichkeiten vorhanden:

1. Die betreffende Methode liefert auch für Harnbarytmischungen richtige Resultate, so wird man finden:

100% Harnstoff von der Harnbarytmischung
+ 100% „ „ „ zugesetzten Harnstofflösung.

2. Die Methode liefert für Harnbarytmischungen falsche Resultate (hervorgerufen durch ungenügenden Zusatz von Calciumcarbonat, sauere Reaction u. s. w.), so wird man finden:

x % Harnstoff von der Harnbarytmischung
+ x % „ „ „ zugesetzten Harnstofflösung.

Mit anderen Worten, es ist klar, dass jeder etwaige Fehler bei der Titration der Harnbarytmischungen sich gleichmässig auf den zugesetzten Harnstoff ausdehnen und so bemerkbar werden musste.

Da ich nun die zugesetzten Harnstoffmengen mit annähernd 100% richtig wiedergefunden habe, so kann an der Beweiskraft dieser Versuche nicht gerüttelt werden.

Ich komme nunmehr zum letzten Punkt meiner Entgegnung. Pflüger beweist durch eine grosse Reihe von Versuchen, dass die

1) Eigentlich müsste es „Gesammtstickstoffgehalt" heissen, doch behalte ich den Ausdruck „Harnstoffgehalt" bei, weil ich in meiner Arbeit die Umrechnung auf Stickstoff nicht vorgenommen habe.

Rautenberg'sche Methode der Harnstoffbestimmung, sobald nach meiner Vorschrift für einen genügenden Ueberschuss von Calciumcarbonat gesorgt wird, ebenso genaue Resultate liefert, wie sein als „stetige Methode" bezeichnetes Verfahren, mit der Einschränkung, dass der Index bei Rautenberg mit weniger Schärfe hervortritt. Dies Zugeständniss kann ich nur dankbar acceptiren. Pflüger geht aber, wie bereits kurz erwähnt, noch weiter. Derselbe zeigt, dass die Rautenberg'sche Methode, ebenso wie seine eigene, im Grunde genommen — wenigstens für den menschlichen Harn — keine „Harnstoffbestimmung" ist, sondern eine Bestimmung des „Gesammtstickstoffs". Bei meiner Arbeit hatte ich versäumt, diese von Voit[1]) bereits vor Jahren für Hundeharn festgestellte Thatsache mit Bezug auf die Rautenberg'sche Methode einer Prüfung zu unterwerfen. Nach dem Bekanntwerden der Untersuchungen von Pflüger und Bohland[2]) war es aber eigentlich klar, dass zwei das gleiche Ziel verfolgende Methoden auch zu gleichen Resultaten führen mussten.

Nach den Pflüger-Bohland'schen Feststellungen, und nachdem die Stickstoffbestimmungs-Methoden so bedeutende Verbesserungen erfahren haben, dürfte übrigens die „Harnstofftitration" im Allgemeinen zu wissenschaftlichen Zwecken nur noch höchst selten Verwendung finden. Um so lieber betone ich daher nochmals, dass meine von Pflüger kritisirte Arbeit wesentlich den Zweck hatte, das Princip der Rautenberg'schen Methode, sowie die darauf beruhenden Arbeiten vor unberechtigten Angriffen zu schützen. Die Pflüger'sche Kritik liefert mir von neuem den erfreulichen Beweis, dass mir dies bei allen Billigdenkenden vollkommen gelungen ist.

Die Pflüger'schen Angriffe Punkt für Punkt zu widerlegen verbietet mir die Rücksicht auf den Umfang, welcher einer derartigen

1) Zeitschr. f. Biolog. Bd. 1 S. 109. Ich citire hier nach einer Abhandlung von Gruber. (a. a. O. Bd. 17 S. 104). Diese Replik Gruber's, welche sich ebenfalls gegen Angriffe Pflüger's auf Münchener Harnstoffbestimmungen wendet, war mir jetzt in Folge des von Pflüger neuerdings gegen mich beliebten Vorgehens doppelt interessant.

2) Archiv Bd. 36 S. 165.

Entgegnung einzuräumen ist. Ich kann aber die Versicherung abgeben, dass ich auch die übrigen kritischen Bemerkungen Pflüger's richtig zu stellen im Stande sein würde. Manche derselben finden übrigens, auch wenn sie nicht besonders erwähnt wurden, in der vorliegenden Besprechung ihre Antwort. Ich bemerke dies ausdrücklich, da ich nicht geneigt bin, mich auf etwaige weitere Einwürfe einzulassen.

Bei Abfassung dieser Entgegnung bin ich mir stets bewusst gewesen, welche Schranken sich in einem solchen Falle der Jüngere dem Aeltern gegenüber aufzuerlegen hat. Man möge aber auch dabei bedenken, in welcher Weise ich angegriffen worden bin.

Haben vegetabilische Eiweissstoffe den gleichen Nährwerth für den Menschen wie die animalischen?

Von

Dr. J. Rutgers in Rotterdam.

Obige, für die menschliche Oekonomie wichtige Frage, ist meines Wissens noch nicht gelöst worden. Man hat es nur für wahrscheinlich gehalten, dass die verschiedenen Modifikationen des Eiweisses die gleiche Wirkung auf den Stoffumsatz haben. (Voit, Physiol. des Stoffwechsels S. 104.) Jedermann weiss, dass einerseits ganze Völkerstämme ausschliesslich von animalischen Nahrungsmitteln leben [1]), andererseits gewisse Individuen (Vegetarier) bei rein vegetabilischer Diät am Leben bleiben, bzw. sich wohl dabei befinden. Auch liegen exacte Untersuchungen vor, durch welche der Nährwerth von mit heissem Wasser ausgelaugtem Fleischpulver, der coagulirten Eiweissstoffe des Blutes, sowie des reinen Klebers bewiesen wird [2]), aber eine vergleichende Untersuchung beider Kategorien von Eiweissstoffen ist damit nicht gegeben. Eine Inaugural-Dissertation J. Hartmann's unter dem Titel: „Untersuchungen über die Ernährung des Menschen mit vegetabilischer, animalischer und gemischter Nahrung" [3]), scheint der Beantwortung dieser Frage zu-

---

1) Huizinga, Een en ander over voeding. S. 86 ff.

2) Constantinidi, über den Nährwerth des Klebers. Zeitschr. f. Biol. 1887 N. F. Bd. 5. S. 433.

3) Zürich 1885.

zustreben, es sind dies aber mehr heroische als exacte Untersuchungen. Der Verfasser nährte sich mit bestimmten Mengen verschiedener Nahrungsmittel von bekanntem Gehalt an Nahrungsstoffen und constatirte täglich das Gewicht des Körpers, des Urins und der Faeces, ohne dabei aber Rücksicht zu nehmen auf die Zusammensetzung der beiden letztgenannten Excrete, so dass man z. B. bei erhöhtem Körpergewicht gar nicht wissen kann, ob Eiweiss, Fett oder Wasser im Körper zurückgehalten worden ist und noch weniger, in welcher Weise die animalischen und vegetabilischen Eiweissstoffe sich ersetzen.

Eine andere Untersuchung, welche unseren Gegenstand noch etwas näher berührt, ist die von H. Woroschiloff (im Auszug in der Berliner klin. Wochenschr. 1873 Nr. 8) mit dem Titel: „die Ernährungsfähigkeit der Erbsen und des Fleisches und die quantitativen Verhältnisse des eingeführten und des durch den Urin abgesonderten Stickstoffes“. Woroschiloff musste bei fast auschliesslicher Fleischdiät 134 g Eiweiss und 295 g stickstofffreie organische Substanz zu sich nehmen, um bei gleichbleibender Muskelanstrengung den Körper in Stickstoff-Gleichgewicht zu erhalten, während er bei fast ausschliesslicher Erbsendiät 120 g Eiweissstoffe und 460 g stickstofffreie organ. Substanz bedurfte, um den nämlichen Zweck zu erreichen. Von diesen Eiweissstoffen wurden bei der ersten Diät 130, bei der zweiten Diät nur 106 g im Darm resorbirt. Es ist zu bedauern, dass diese täglichen Eiweissmengen sich nicht mit einander vergleichen lassen und zwar deshalb nicht, weil auch die tägliche Einnahme von Kohlehydraten eine verschiedene war; da der Verfasser bei der Erbsendiät etwa um die Hälfte Kohlehydrate mehr geniesst als bei der Fleischdiät, so braucht er auch um ein Fünftel an Eiweissstoffen weniger zu sich zu nehmen.

Gegen die bisher übliche Gleichstellung animalischer und vegetabilischer Eiweissstoffe, wozu man sich vielfach durch den gleichen Namen hat verleiten lassen, könnte man einwenden, dass die thierischen Gewebe aus animalischem Eiweiss bestehen und es also wahrscheinlicher erscheint, dass sie dieses besser dem animalischen, als dem ganz anders sich verhaltenden vegetabilischen Eiweiss entnehmen. Sehr bedenklich aber wird die Voraussetzung des gleichen

Nährwerthes beider Klassen von Eiweissstoffen, wenn man berücksichtigt, dass nicht nur die Elementaranalyse der verschiedenen Eiweissstoffe weit auseinander läuft, sondern auch alle anderen Eigenschaften sehr verschieden sich verhalten. (Ritthausen.)

Diese Gedanken beherrschten uns, d. h. meine Frau und mich [1]), als wir uns entschlossen, einen Ernährungsversuch an uns selbst vorzunehmen, zur Entscheidung der Frage: Haben vegetabilische Eiweissstoffe den gleichen Nährwerth für den Menschen wie die animalischen, oder, um nicht zwei unbekannte Sachen mit einander zu vergleichen: können die animalischen Eiweissstoffe, welche wir zu geniessen gewohnt sind, durch vegetabilische mit gleichem Stickstoffgehalt ersetzt werden, ohne dass die Stickstoffbilanz sich dadurch ändert?

Zur Lösung dieser Frage haben wir uns zuerst einer gewöhnlichen, aber täglich gleichen Diät unterworfen mit Fleisch, Milch, Reis u. s. w. bis wir dabei die Stickstoffbilanz aufgestellt und das Stickstoffgleichgewicht erreicht hatten; sodann haben wir Fleisch, Milch u. s. w. ersetzt durch Leguminosen, bei übrigens möglichst gleicher Kost, namentlich bei genau demselben Gesammtgehalt an Eiweissstoffen, Fetten und Kohlehydraten. Diese Diät wurde so lange fortgesetzt, bis die Stickstoffbilanz mit Sicherheit festgestellt werden konnte. Der Vergleich beider Stickstoffbilanzen ergibt das Resultat. Die ganze Dauer des Versuches war 10 Wochen.

Um obige Frage sicher zu entscheiden, wäre es allerdings nothwendig, dass der ganze Stickstoffgehalt der Nahrung nur in der Form von Eiweiss gereicht wird und die Menge des letzteren bei der animalischen und vegetabilischen Nahrung ganz die gleiche ist. Die Herstellung und Aufnahme einer solchen Nahrung wäre nun wohl für den Hund leicht möglich, aber nur sehr schwer für den Menschen, da alle unsere Nahrungsmittel einen nicht unbeträchtlichen Theil des Stickstoffs nicht in Eiweiss enthalten. Es bliebe daher für einen genauen Versuch und ganz sicheren Entscheid nichts anderes übrig, als die Nahrung aus reinem Eiweiss, reinem Stärkemehl und Fett zusammenzumischen. Es ist auch ein kleiner Mangel

1) Für die Folge wollen wir die erstgenannte Versuchsperson durch M., die andere durch P. bezeichnen.

meiner Untersuchung, dass der Stickstoff der Einnahme nicht bestimmt, sondern nur nach den Analysen Anderer berechnet worden ist, und dass der Stickstoff des Harns und Koths nicht täglich genau ermittelt wurde. Ferner hätte, nach Erreichung des Stickstoff-Gleichgewichts mit der gemischten Kost des ersten Menüs, der gleich in der ersten Zeit bei der vegetabilischen Kost sich ergebende Eiweissverbrauch mit ersterem verglichen werden müssen, da sich später mit fast jeder Eiweissmenge Stickstoff-Gleichgewicht herstellt; bei der Versuchsperson M ist nun allerdings beim Uebergang zum zweiten Menü keine Aenderung zu beobachten, wohl aber bei der Versuchsperson P, wo eine allmähliche Steigerung sich ergibt. Aber trotz dieser Mängel glaube ich, dass meine Resultate die von mir gezogene Schlussfolgerung wenigstens annähernd zulassen.

Versuchsmethode.

Für die Versuchsperson P, 36 Jahre alt, 54—56 kg schwer, 164,5 cm gross, eine ziemlich beschäftigte ärztliche Praxis ausübend, haben wir die Mittelwerthe der gewöhnlichen Diät ungefähr bestimmt wie folgt:[1])

Gramm täglich	N α	N β	N γ	Fette	N-freie Extractivstoffe	Zucker
125 Fleisch	0,45	3,50	0,04	2,32	0,01	—
600 Milch	—	3,60	—	21,17	—	28,86
300 Buttermilch . . .	—	1,80	—	2,69	12,21	—
30 Butter	—	0,03	—	24,31	0,16	—
25 Fett	—	—	—	22,57	—	—
200 Weissbrod	—	1,76	—	0,92	101,88	8,04
200 Kartoffeln	—	0,42	—	0,28	38,28	—
70 Reis	—	0,70	—	0,57	53,08	—
25 Grütze	—	0,44	—	0,54	16,23	—
500 Gemüse, z. B. Kohl.	—	3,19	—	4,50	52,10	6,05
1,75 Chocolade	0,01	0,01	0,01	0,91	0,48	—
25 Zucker	—	0,01	—	—	—	23,77
	0,46	15,46 96,66 verd. Eiweissst.	0,05	80,78	274,43 341,15 Kohlehydrate	66,72

1) Bei der Veröffentlichung dieser und der folgenden Zahlen habe ich die Decimalen auf zwei, resp. drei beschränkt, bei der Berechnung aber sind ge-

Thee und Alcoholica wurden nur in geringer Menge genossen; Kaffee und Tabak gar nicht.

Aus dieser Tabelle ersieht man, dass auch für unser Klima die Mittelwerthe von Moleschott (täglicher Bedarf 130 g Eiweissstoffe, 84 g Fette und 404 g Kohlehydrate) nicht zu niedrig gewählt sind; während ich im Jahre 1884 im Holländischen Medicinalkalender erörtert habe, dass die Minimaldiät von Playfair (70,87 g Eiweissstoffe, 28,35 g Fette und 340,20 g Kohlehydrate) zu niedrig gestellt ist.

Im Anschlusse an diese Diät habe ich für die Versuchsperson P. eine Kost zusammengestellt aus Speisen und Getränken, die uns nicht zu bald zuwider werden, deren Zusammensetzung ziemlich constant und aus den Tabellen König's bekannt ist, und bei denen die Möglichkeit vorlag, die animalischen Eiweissstoffe durch vegetabilische zu ersetzen, ohne übrigens viel darin ändern zu müssen, um den gleichen Gesammtgehalt an Nahrungsstoffen beizubehalten. Es ergab sich folgendes Versuchsmenü.

1. Versuchsmenü von P.

Gramm täglich	Nα	Nβ	Nγ	Fette	N-freie Extractivstoffe	Zucker	Alkohol
300 Fleisch . .	1,094	8,652	0,112	5,340	0,030	—	—
600 Milch . .	—	3,273	—	21,900	—	28,860	—
50 Butter . .	—	0,050	0,006	40,511	0,272	—	—
200 Weissbrod	—	1,757	0,501	0,920	101,890	8,040	—
18 Zwieback .	—	0,134	0,038	0,135	9,697	0,236	—
100 Kartoffeln .	—	0,211	0,101	0,144	19,145	—	—
200 Reis . . .	—	1,999	0,513	1,635	151,662	—	—
70 Rohrzucker	—	0,039	—	—	—	66,577	—
± 50=½Apfelsine	—	—	—	—	—	3,000	—
40 Tokayer .	—	—	—	—	—	9,932	3,744
60 Rothwein .	—	—	—	—	—	—	4,560
Etwas Thee	—	—	—	—	—	—	—
	1,094	16,115	1,271	70,585	282,696	116,645	8,304
					407,645 Kohlehydrate		

wöhnlich mehr Decimalen genommen worden, weshalb die Additionen u. s. w. nicht immer zu stimmen scheinen. Die Correctionen wegen Unverdaulichkeit sind in dieser und den folgenden Speiselisten schon angebracht; nur für den

Wie man ersieht, ist der Gehalt an verdaulichen Eiweissstoffen in diesem Versuchsmenü wenig verschieden von dem gewöhnlich genossenen, der Gehalt an Fetten ist niedriger, aber der an Kohlehydraten bedeutend höher ausgefallen, als für die gewöhnliche Diät geschätzt wurde. Die Beobachtung während des Versuchs musste entscheiden, ob vielleicht zu viel oder zu wenig Nährwerth aufgenommen wurde.

Die zweite Versuchsperson M., 39 Jahre alt, 49 kg schwer, 153,5 cm gross, den ganzen Tag beschäftigt mit der Aufsicht des Haushaltes, war an eine gleiche Diät gewohnt wie P., nur in etwas geringeren Quantitäten. Nachdem sie während zwei Tagen einen kleinen Theil der ihr zugedachten Diät übrig gelassen hatte, nahm sie schon am dritten Tag jene Mengen, welche weiterhin unverändert genossen wurden; es war dies folgendes Versuchsmenü.

1. Versuchsmenü von M.

Gramm täglich	N α	N β	N γ	Fette	N-freie Extractivstoffe	Zucker	Alkohol
150 Fleisch . .	0,547	4,326	0,056	2,670	0,015	—	—
600 Milch . .	—	3,273	—	21,900	—	28,860	—
50 Butter . .	—	0,050	0,006	40,511	0,272	—	—
200 Weissbrod	—	1,757	0,501	0,920	101,890	8,040	—
13 Zwieback .	—	0,134	0,038	0,135	9,697	0,236	—
100 Kartoffeln .	—	0,211	0,101	0,144	19,145	—	—
120 Reis . . .	—	1,199	0,307	0,981	90,997	—	—
70 Rohrzucker	—	0,039	—	—	—	66,577	—
± 50=½Apfelsine	—	—	—	—	—	3,000	—
40 Tokayer .	—	—	—	—	—	9,932	3,744
60 Rothwein .	—	—	—	—	—	—	4,560
± 5 Thee . .	0,067	—	—	—	0,356	—	—
	0,614	10,989	1,009	67,261	222,372	116,645	8,304
					347,321 Kohlehydrate		

Als nach fünf Wochen das Stickstoff-Gleichgewicht in den Einnahmen und Ausgaben constatirt war, wurde alles animalische Ei-

Stickstoffgehalt ist auch der unverdauliche Betrag genannt, so bezeichnet: N α den Stickstoff aus Extractivstoffen, N β den aus verdaulichen Eiweissstoffen, N γ den aus unverdaulichen Eiweissstoffen.

weiss, d. h. Fleisch und Milch fortgelassen und soviel von den Kohlehydraten, d. h. aller Reis und fast aller Zucker, so dass zum Ersatze dafür Leguminosen in die Diät eingeführt werden konnten; um die Gesammtsumme an Nährstoffen gleich zu erhalten, musste die Menge der Butter und des Tokayer geändert werden. Ausser der Butter wurde als animalisches Nahrungsmittel der Extractiv- und Salzgehalt des Fleisches in Form von Liebig's Fleischextract zugefügt; einmal um die Gesammtstickstoffmenge möglichst gleich zu halten, andererseits weil durch die Weglassung des Fleisches auch das beste Reizmittel aus der Nahrung weggenommen worden wäre, welche ohnedem schon durch ihre Gleichmässigkeit während längerer Zeit einen geringeren Magenreiz bietet. Nach langem Hin- und Herrechnen stellten sich folgende Menüs heraus.

2. Versuchsmenü von P.

Gramm täglich	N α	N β	N γ	Fette	N-freie Extractiv-stoffe	Zucker	Al-kohol
282 Graue Erbsen . . (Tisch-Erbsen)	—	7,678	2,248	1,061	139,876	—	—
100 Geschälte Erbsen (Grüne Erbsen)	—	3,379	—	0,820	60,940	—	—
100 kleine weisse Bohnen (Phaseolus vulgaris)	—	2,872	0,841	0,649	50,852	—	—
82,5 Butter	—	0,083	0,010	66,842	0,448	—	—
12,867 Fleischextract	1,094	—	—	—	—	—	—
200 Weissbrod . . .	—	1,757	0,501	0,920	101,890	8,040	—
13 Zwieback . . .	—	0,134	0,038	0,135	9,697	0,236	—
100 Kartoffeln . . .	—	0,211	0,101	0,144	19,145	—	—
Etwas Thee . .	—	—	—	—	—	—	—
26 Tokayer	—	—	—	—	—	6,455	2,433
60 Rothwein . . .	—	—	—	—	—	—	4,560
± 50 = 1/2 Apfelsine .	—	—	—	—	—	3,000	—
	1,094	16,114	3,739	70,571	382,848	17,731	6,993
					407,572 Kohlehydrate		

2. Versuchsmenü von M.

Gramm täglich	N α	N β	N γ	Fette	N-freie Extractiv-stoffe	Zucker	Al-kohol
93,8 Graue Erbsen . . (Tisch-Erbsen)	—	2,553	0,747	0,353	47,699	—	—
100 Geschälte Erbsen . (Grüne Erbsen)	—	3,379	—	0,820	60,940	—	—
100 Kleine weisse Bohnen (Phaseolus vulgaris)	—	2,872	0,841	0,649	50,852	—	—
79,5 Butter	—	0,080	0,010	64,412	0,433	—	—
6,433 Fleischextract . .	0,547	—	—	—	—	—	—
200 Weissbrod	—	1,757	0,501	0,920	101,890	8,040	—
13 Zwieback	—	0,134	0,038	0,135	9,697	0,236	—
100 Kartoffeln	—	0,211	0,101	0,144	19,145	—	—
± 5 Thee	0,067	—	—	—	0,356	—	—
40 Tokayer	—	—	—	—	—	9,932	3,744
60 Rothwein	—	—	—	—	—	—	4,560
± 50 = ½ Apfelsine .	—	—	—	—	—	3,000	—
28 Rohrzucker	—	0,015	—	—	—	26,628	—
	0,614	11,001	2,238	67,433	291,012	47,836	8,304
					347,152 Kohlehydrate		

Wie man ersieht, habe ich es vorgezogen, statt mich der Worte „Eiweissstoffe“ oder „Stickstoffsubstanz“ zu bedienen, bloss den Stickstoffgehalt in die Berechnung einzuführen, denn wenn man nach der üblichen Methode diese Zahl mit 6.25 multiplicirt und dem so gefundenen Werth den Namen Eiweissstoffe oder Stickstoffsubstanz beilegt, verlässt man den objectiven Boden des exacten Wissens und verfällt ins Speculative.

Sämmtliche Zahlen aller dieser Analysen sind den Durchschnittszahlen König's entnommen, sie sind also nur annähernd genau; aber weil die absolute Genauigkeit beim Menschen nur sehr schwer erreichbar ist, glaubten wir uns mit dieser annähernden Berechnung zufrieden stellen zu können. Eventuell dadurch verursachte Fehler werden noch zum Theil compensirt durch die Gleichförmigkeit beider Diätformen, da identische Fehler bei einer Vergleichung sich aufheben. Nur für den Tokayer haben wir eine specielle Analyse benützt. Als Rothwein tranken wir französischen Rothwein.

Eine halbe Apfelsine ohne Schale (50 g) enthält nach den im Voit'schen Laboratorium gemachten Bestimmungen 5,4 g Trockensubstanz und 3,5 g Zucker; ich habe 3 g Zucker dafür eingesetzt.

Das Kochsalz wurde jeden Tag in möglichst gleichen Mengen den Speisen zugesetzt, um die Urinuntersuchung möglichst wenig, d. h. jeden Tag durch den gleichen Fehler zu stören. Einige Schwierigkeit machte dabei das übliche Abgiessen des Wassers von den gekochten Kartoffeln, wobei eine unbekannte Menge Kochsalz entfernt wird, und das Salzen des Fleisches. Den Fehler bei den Kartoffeln konnte ich nicht berechnen, wohl aber täglich nahezu gleich machen: die 100 g Kartoffeln wurden immer mit 8 g Salz und mit 300 g Wasser aufs Feuer gesetzt; die Zeitdauer des Kochens und die Menge des abgegossenen Wassers machte von Tag zu Tag keinen grossen Unterschied. Der Fehler des zum Einsalzen des Fleisches verwendeten Kochsalzes ist ebenfalls nicht gross; die ganze Behandlung des Fleisches wird unten näher beschrieben. Das in beschränktem Maasse getrunkene Wasser wurde nicht gemessen, da sowohl der Feuchtigkeitszustand der Luft als der Wasserverlust durch Haut und Lungen doch immer sehr grosse und schwer bestimmbare Fehlerquellen ergeben mussten; allein die täglich gemessene Urinmenge war sowohl während des ersten als während des zweiten Menüs ziemlich constant. Meistens wurde kohlensaures Wasser aus Siphons getrunken, als ziemlich starker Reiz für die Zunge und indifferent für den Darmtractus; dann und wann Selterswasser, übrigens nur filtrirtes Flusswasser.

Ein grosser Fehler bei Nahrungsversuchen kann wohl dadurch gemacht werden, dass nicht der ganze Gehalt an Nahrungsstoffen verdaut, d. h. resorbirt wird. Denn einerseits kann das Verdauungsvermögen bei einer bestimmten Person mehr oder weniger zu wünschen übrig lassen, andererseits besitzen die verschiedenen Nahrungsmittel einen verschiedenen Gehalt an unverdaulichen Bestandtheilen. Was den ersten Einwurf betrifft, so ist es von Wichtigkeit, zu constatiren, dass der Digestionsapparat unserer beiden Versuchspersonen sich immer des besten Wohlbefindens erfreute; namentlich dass die Versuchsperson M. in ihrem Leben fast nie die geringste Magenbeschwerde verspürt hat. Ein Fehler aus dieser Quelle konnte also

nur minimal sein, und wenn er vorkam, so war es immer ein Fehler in einer bestimmten Richtung, denn man kann wohl Nahrungsbestandtheile unverdaut lassen, aber nicht mehr resorbiren, als gegeben worden ist. Das Umgehen der anderen Fehlerquelle, die verschiedene Verdaulichkeit der Speisen, war uns annähernd möglich durch die Untersuchungen A. Stutzer's und M. Rubner's. Nach Stutzer, der mit künstlichen Verdauungssäften experimentirte [1]), haben wir die Correctionen für das Fleisch berechnet; nach Rubner, der durch Milchnahrung die Faeces seiner Versuchspersonen abgrenzte [2]), erhielten wir die Correctionen für Butter, Weissbrod, Reis, Kartoffeln und graue Erbsen. Leider fehlte uns die Correction für weisse Bohnen und grüne, entschälte Erbsen; erstere haben wir zu hoch, d. h. wie für graue Erbsen, letztere zu niedrig, d. h. gar nicht berechnet. Die Correction für Weissbrod haben wir bei Mangel an speciellen Untersuchungen auch auf den Zwieback übertragen. Die Correction für Milch von M. Rubner haben wir nicht eingeführt, weil bei dessen Untersuchungen Milch als ausschliessliche Nahrung genossen wurde.

Eine Einsicht in die verschiedenen Kautelen, welche bei der Zubereitung der Speisen beachtet wurden, kann ich dem Leser nicht ersparen; es sind dies eben Klippen, an welchen dergleichen Ernährungsversuche nur zu leicht scheitern. Die schwerste Aufgabe war es, mit dem Fleische keine zu groben Fehler zu machen, einmal, weil es unsere concentrirteste Stickstoffnahrung war, andererseits, weil bei der Zubereitung die Zusammensetzung sich immer etwas ändert. Eines käuflichen Fleischpulvers konnten wir uns nicht bedienen, weil keine zuverlässigen Analysen desselben zur Verfügung standen. Den 23. März haben wir einmal die Geschichte eines Bratens genau aufgezeichnet; auf die nämliche Weise wurde auch sonst das Fleisch, immer magerstes Rindfleisch, behandelt unter Aufsicht der Versuchsperson M. Am 22. März wurde ein Stück mageres Fleisch aus den Musculis Glutaeis vom Rind gekauft, dessen Gewicht 3,0335 kg betrug; es wurde dies abgewaschen und

1) Repertorium f. analytische Chemie 1882 Nr. 11.

2) Zeitschr. f. Biologie 1879 S. 115, und 1880 S. 119.

unter Beilassung des anhängenden Wassers mit 4 g Salz bestreut; am 23. März betrug das Gewicht des abgelaufenen blutigen Wassers 46 g, das des Fleisches mit anhängendem Salz und Wasser 3,05 kg. Unmittelbar nach dieser Gewichtsbestimmung wurde das Fleisch in den heissen Ofen gestellt und 100 g fein zerschnittenes Nierenfett daraufgelegt; später wurde es dann und wann mit ein wenig kochendem Wasser übergossen, um das Austrocknen zu verhüten, höchstens 400 g im Ganzen. Nachdem das Fleisch gute drei Stunden im Ofen gestanden hatte, wurden aufs Neue Gewichtsbestimmungen gemacht: abgelaufenes Fett 74 g; abgelaufenes Wasser (Sauce) 445 g; Gewicht des Fleisches 1,8967 kg, immer noch dampfend, während den folgenden Tag sein Gewicht 1,871 kg betrug statt 3,0335 kg roh; weil die vorliegende Fleischanalyse sich auf rohes Fleisch bezog, wurden, dieses Gewichtsverlustes wegen, die täglichen Portionen von 300 resp. 150 auf 185 resp. 92,5 g herabgesetzt. Durch ein nun folgendes 24 stündiges Stehen im sehr kühlen Keller sank das Gesammtgewicht von 1486 auf 1481 g, und wurden die weiteren Tagesportionen auf 184,5 resp. 92,25 g festgestellt. Nähere Untersuchung der Abfallstoffe ergab Folgendes: das erstgenannte Blutwasser hat den Geschmack einer Kochsalzlösung und gibt beim Kochen ein voluminöses Praecipitat, dessen Gewicht nass mit dem Filter 9 g beträgt. Die Sauce zeigt beim Kochen nur eine geringe Trübung und schmeckt wässerig, aber aromatisch. Weil also das Blutwasser ein wenig Eiweiss, die Sauce ein wenig Extractivstoffe den äusseren Fleischtheilen entzogen haben, liessen wir diese äussere Schicht für unsere Ernährung grösstentheils wegfallen. Auch Streifen von Fett und von Bindegewebe wurden möglichst genau entfernt.

Auch alle anderen Speisen wurden unter Controle der nämlichen Versuchsperson zubereitet; jedoch hat sie sich der Mühe unterzogen, den Reis und die Erbsensuppe selbst zuzubereiten, da letztere Speisen besonders der Gefahr von uncontrolirbarem Substanzverlust durch Verkohlen oder Ueberkochen ausgesetzt sind. Bei den grauen Erbsen und den weissen Bohnen können dergleichen Ereignisse schwerlich unbemerkt bleiben, wie wir am 25. April erfuhren; es wurde aber dann eine neue Portion zubereitet, von der nach ungefährer Schätzung wieder die kleine Quantität weggenommen wurde,

welche aus Versehen von der ersten Portion schon verzehrt worden war, bevor wir den Fehler bemerkten. Das Weissbrod wurde frisch, die Kartoffeln unmittelbar nach dem Schälen abgewogen. Der Reis wird während einer Stunde mit 5 g Kochsalz, 500 g Milch und 700 resp. 400 g Wasser gekocht. Die weissen Bohnen, die geschälten und die grauen Erbsen werden, nachdem sie zuvor von uns selbst ausgesucht worden waren, etwa einen Tag in kaltes Wasser gesetzt, mit welchem Wasser sie auch unter Zusatz von resp. 1,3 und 1 g Kochsalz aufs Feuer gestellt werden, wo sie resp. 3, 2½ und 3½ Stunden kochen. Sie werden nicht abgegossen, sondern mit dem grossentheils eingedampften Wasser, die geschälten Erbsen als Suppe mit Butter und Liebig's Fleischextract gegessen. Alles wird in besonderen Gefässen zubereitet, um nicht das warme Essen wiegen zu müssen, wodurch der Wohlgeschmack sehr beeinträchtigt wird. Alles wurde von uns selbst gewogen.

Die Vertheilung der Gesammtmenge auf die verschiedenen Tageszeiten war im Allgemeinen folgende:

während des ersten Menüs:

Frühstück (8 Uhr):	Butterbrod mit Fleisch, 100 g Milch. Thee.
Luncheon (12 Uhr):	Butterbrod und Reis mit Zucker.
vor Tisch:	Tokayer.
Mittagessen (5 Uhr):	Kartoffeln mit Butter und Fleisch. Reis mit Zucker. ½ Apfelsine.
Abendessen (9 Uhr):	Rothwein und ein Zwieback.

während des zweiten Menüs:

Frühstück (8 Uhr):	Butterbrod, Thee, kleine weisse Bohnen.
Luncheon (12 Uhr):	Butterbrod. Erbsen. Suppe.
vor Tisch:	Tokayer.
Mittagessen (5 Uhr):	Kartoffeln mit Butter, graue Erbsen, ½ Apfelsine.
Abendessen (9 Uhr):	Rothwein und ein Zwieback.

Dann und wann wurde aus äusseren Umständen diese Eintheilung einigermaassen geändert.

Aus socialen Rücksichten möchte vielleicht jemand eine Uebersicht haben von dem Preisunterschied beider genannten Menüs. Folgende Preisliste genüge auch dieser Forderung.

Erstes Menü.

Fleisch	450 g	=	0,83	Mark
Milch	1200 „	=	0,18	„
Butter	100 „	=	0,26	„

Brod	400 g	=	0,10 Mark
Zwieback	13 „	=	0,03 „
Kartoffeln	200 „	=	0,02 „
Thee	5 „	=	0,02 „
Tokayer	80 „	=	0,63 „
Reis	320 „	=	0,15 „
Zucker	140 „	=	0,13 „
Pauillac (Rothwein)	120 „	=	0,20 „
1 Apfelsine . . .		=	0,06 „
			2,61 Mark

An jedem Tage musste der Ofen 1½ Stunden stark geheizt werden, bei der Fleischbereitung, d. h. etwa jeden vierten Tag noch vier Stunden mehr.

Zweites Menü.

Weisse Bohnen .	200 g	=	0,07 Mark
Entschälte Erbsen	200 „	=	0,16 „
Graue Erbsen .	375,8 „	=	0,18 „
Butter	162 „	=	0,43 „
Liebig's Extract	19,35 „	=	0,43 „
Brod	400 „	=	0,10 „
Zwieback . . .	13 „	=	0,03 „
Kartoffeln . . .	200 „	=	0,02 „
Thee	5 „	=	0,02 „
Tokayer . . .	66 „	=	0,50 „
Pauillac (Rothwein)	120 „	=	0,20 „
Zucker	28 „	=	0,02 „
1 Apfelsine . .		=	0,06 „
			2,22 Mark

An jedem Tage musste der Ofen neun Stunden stark geheizt werden.

Nach diesen culinarischen, diätetischen und pecuniären Bemerkungen will ich die Methode beschreiben, nach welcher das Körpergewicht bestimmt wurde. Es geschah dies täglich beim Erwachen, nachdem wir den ersten Morgenurin gelassen hatten, mittels einer Decimalwage, die wir der Güte der Herren Becker's Sons zu verdanken hatten, wie auch die anderen Waagen (Balancewagen) aus dieser Fabrik bezogen waren; es lag uns ja sehr viel daran, recht zuverlässige und empfindliche Werkzeuge zu gebrauchen, welche durch den Namen dieser Firma über allen Verdacht der Ungenauigkeit erhaben waren. Die aus Eisen und Holz construirte Decimal-

waage gab unbelastet deutlich einen Ausschlag bei 1 g; wurde sie aber mit 50 bis 60 kg belastet, dann schlug sie nur auf 5 g aus. Eine bei dieser Belastung auf 1 g deutlich ausschlagende Waage würde nicht nur zu theuer, sondern auch in unserem Hause kaum anwendbar gewesen sein, da man auf unserem elastischen Boden sehr leicht Erschütterungen ausgesetzt ist; auch bei obengenannter Empfindlichkeit erheischte jede unserer Wägungen doch schon Geduld genug. Während des Wägens auf der Decimalwaage zu stehen, war nicht ausführbar, der Unmöglichkeit wegen, so lange absolut unbeweglich sich zu halten. Sogar, wenn wir auf einem Stuhle sassen, machte es noch einen bemerkbaren Unterschied, also einen Fehler von wenigstens 5 g, ob wir den oberen Theil des Körpers nach vorne oder nach hinten hielten. Wir nahmen also immer in der nämlichen Haltung Platz auf dem Sessel, in einen Mantel gehüllt, und wurden Sessel und Mantel nachher allein gewogen, um deren Gewicht nebst dem constanten Factor an Ringen und Haarnadeln von dem Gesammtgewichte abzuziehen. Wir umgingen auf diese Weise auch die Schwierigkeit, die Decimalwaage genau ins Gleichgewicht stellen zu müssen, denn wegen hygroskopischen und anderen Einflüssen ändert sich die Waage fortwährend, z. B. am 6. März richtig aufgestellt, gab sie am 13. März unbelastet einen Ausschlag von 5½ g. Das Gewicht von Mantel und Sessel variirte auch von Tag zu Tag um Dekagramme.

Alle äusseren Einflüsse, die auf das Körpergewicht einwirken konnten, haben wir für uns selbst notirt: Bäder, Menstruation, (12. März, 6. April, 3. Mai), Coitus, Verlust von ein Paar Tropfen Blut durch Nasenbluten oder Nadelstich; es zeigte sich aber kein Einfluss auf den Verlauf des Körpergewichtes, und waren also diese Einflüsse verschwindend gering im Vergleiche zu den unbekannten Ursachen des Ansteigens oder Sinkens und zu dem persönlichen Fehler; ich lasse also diese Details weg. Der grösste dieser Fehler ist wohl, dass am 22. März der Friseur mir 8,4 g Haare abgeschnitten hat. Einen auffallenden Einfluss aber hatte die grössere oder geringere Arbeitsleistung; von Ruhe über Tag konnte ja während der Versuchswochen wohl kaum die Rede sein, weshalb auch vom 1. April an bei dem Körpergewichte notirt wurde, ob der vorige Tag ruhig,

beschäftigt oder übermässig angestrengt gewesen war. Die Schlafenszeit belief sich meistens auf acht Stunden, d. h. von abends 10 bis morgens 6 Uhr. Von besonderem Vortheil für die Gleichmässigkeit, sowohl des Appetits als des Stoffwechsels, war die während unseres Versuchs fast ausnahmslos ziemlich kalte Temperatur der Atmosphäre. Was die tägliche Defaecation anbelangt, so sind nicht nur die Gewichtszahlen des Kothes, sondern auch die Stunden der Entleerung genau protokollirt; denn zumal bei dem zweiten Regime kommen diese Zahlen zur Beurtheilung des Körpergewichts sehr in Betracht. Auch noch zu einem anderen Zwecke brauchten wir diese Zahlen, nämlich, um bei der Untersuchung der Faeces auf Stickstoff berechnen zu können, ob der tägliche Betrag, dem eine Probe entnommen wurde, mit dem des vorigen Tages in Uebereinstimmung war. Dass auch die verschiedene Urinmenge das Körpergewicht beeinflusst, braucht wohl nicht gesagt zu werden, man wird auch diese Zahlen aufgeführt finden.

Wir sind also bei der Ausscheidung des Harnes angelangt, dessen Analyse uns viel Mühe gemacht hat. Ausser der Bestimmung des 24stündlichen Volums, des specifischen Gewichtes, der Reaction u. s. w. wünschte ich jeden Tag den annähernden Stickstoffgehalt desselben zu bestimmen, welche Zahlen einige Male durch genaue Stickstoffbestimmung controlirt werden sollten. Die tägliche Harnstoffbestimmung aber durch Quecksilbernitrat ist nicht nur sehr umständlich, sondern gibt für den menschlichen Harn doch keine nur einigermaassen genaue Resultate, wenn sie nicht einen enormen Zeitverlust in Anspruch nehmen soll. Durch den Zusatz von Barytwasser, Silbernitratlösung, Natriumcarbonatlösung und Quecksilbernitratlösung arbeitet man zuletzt an einer voluminösen, durch Kohlensäure noch voluminöser werdenden, an sich schon mehr weniger gelben Flüssigkeit, welche relativ nur geringe Mengen Urin enthält; je grösser der Harnstoffgehalt und je gesättigter die Farbe des Urins ist, wie z. B. bei P., desto grösser ist dieser Uebelstand, und einen desto grösseren Ueberschuss von Quecksilbernitrat braucht man, um die richtige Farbennüancirung zu erkennen. Bei einer Vergleichung mit dem durch eine andere Methode erreichten Re-

sultate erwiesen sich denn auch sämmtliche Zahlen für P. zu hoch[1]). Diese Methode war die von E. Pflüger und K. Bohland, um den Stickstoffgehalt des menschlichen Harnes schnell annäherungsweise zu bestimmen [2]), welche denn auch weiter ausschliesslich befolgt wurde. Immer eine genau titrirte Quecksilbernitratlösung zur Verfügung zu haben, hat mir viel Mühe gemacht, namentlich die Frage, ob der zur Titrestellung verwendete Harnstoff jedesmal vollkommen trocken gewesen sei. Nach mehreren Enttäuschungen habe ich die früheren Zahlen umgerechnet nach einer Harnstofflösung des Herrn Pennink, welche auch später, d. h. nach Wochen, unverändert sich herausstellte. Wurden die für meine Lösung gebrauchten Harnstoffkrystalle bei 100 ° C. getrocknet, dann zeigte, wie die mir zu Gebote stehenden Zahlen darthun, der Gewichtsverlust keine fallende Reihe; ein Beweis dafür, dass nicht nur Wasserverlust im Spiel war; über Schwefelsäure getrocknet zeigte sich nur ein äusserst geringer Gewichtsverlust, nämlich 0,88%, wodurch auf je 20 ccm Quecksilbernitratlösung ein Fehler von 0,176 ccm gemacht wurde, welcher Fehler aber im Vergleich mit dem persönlichen Fehler vernachlässigt werden kann. Behufs schnellerer und dadurch auch genauerer Titrirung habe ich oft die 24 stündliche Urinmenge mit destillirtem Wasser auf ein bestimmtes Quantum, in der ersten Versuchsperiode 1200, in der zweiten 1000 ccm gebracht. Zu den Schwierigkeiten solcher Farbentitrirungen mit an sich schon gefärbten Flüssigkeiten gesellte sich noch die in jenen Tagen zuweilen sehr verschiedene Lichtintensität des Himmels in störendster Weise.

Genaue Stickstoffanalysen der Faeces und des Urins sind im Ganzen nur drei vorgenommen worden; weil sie genau mit unseren Berechnungen in Uebereinstimmung waren, hielten wir es für überflüssig, sie öfters zu wiederholen. Sie wurden von Herrn J. J. Pen-

---

1) Die erste Methode ergab für M. am 14, 16, 17, 18, 19 und 20. März, 13,4, 13,5, 12,6, 12,6, 12,7, 12,2 g Stickstoff im Harnstoff; die Pflüger-Bohland'sche Methode am 19. und 20. März 12,9 und 12,0 g Gesammtstickstoff im Urin. Während für P. diese Zahlen am 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20. März resp. 18,0, 18,8, 19,2, 18,7, 18,2, 17,3, 17,5, am 19. und 20. März 16,0 und 16,9 betrugen.

2) Pflüger's Archiv f. Physiol. 1886 Bd. 38 S. 573.

nink auf dem hiesigen chemischen Laboratorium von van Schalkwyk en Pennink nach einer Modification der Kjeldahl'schen Methode ausgeführt, während nicht nur seine Persönlichkeit die möglichste Genauigkeit verbürgte, sondern auch alle, den Versuch betreffende Zahlen ihm ganz unbekannt waren. Das ohne Zusatz von Kaliumpermanganat erhaltene schwefelsaure Ammoniak wurde mit einem Ueberschuss von Natronhydrat destillirt, das Ammoniak in Salzsäure aufgefangen und das nach deren Eindampfung zurückbleibende Chlorammoniak mit Silbernitrat titrirt. Die Methode, welche sich schon durch die Untersuchungen von H. Weiske[1]) für Urin als richtig bewährte, wurde sowohl für Urin als für Faeces durch die Will-Varrentrapp'sche Methode controlirt.

Versuchsergebnisse.

Nach diesen Erörterungen über die bei unserem Versuch befolgte Methode wollen wir jetzt die Ergebnisse unserer Bestimmungen dem Leser vorführen. Die wichtigsten Zahlen habe ich in den Tabellen[2]) S. 368 bis 373 zusammengestellt.

Wie man aus den folgenden Tabellen ersieht, war sowohl das Körpergewicht wie auch sämmtliche anderen Werthe täglichen Schwankungen unterworfen, wofür eine Erklärung nicht zu finden ist. Nur eine Ursache für zeitlich geringeres Körpergewicht konnten wir ermitteln, nämlich die mehr als gewöhnliche Beschäftigung am vorigen Tag. Allein auch diese Erklärung reicht nicht aus. Beiläufig sei noch bemerkt, dass wir ein Paar Wochen vor Anfang der Versuchstage beide überangestrengt gewesen waren durch unsere Berechnungen und Vorbereitungen. Auch die Menge des Urins und der Faeces zeigte sich nicht immer von überwiegendem Einfluss auf das

1) Landwirthschaftliche Versuchsstationen 33,305.

2) Das Körpergewicht wurde bestimmt am Morgen des genannten Tages; der Urin wurde gemessen am anderen Tag des Morgens, inclusive des ersten Morgenurins; a, b, c beim Körpergewicht heisst, dass der vorige Tag ruhig, beschäftigt, übermässig angestrengt war. Bei den Stunden der Faecesentleerung bedeutet v = vormittag, n = nachmittag, die folgenden Ziffern bedeuten: 1 = hart, 2 = fest, 3 = weich geformt, 4 = breiig, 5 = dünn, 6 = wasserdünn. Den fettgedruckten Ziffern entsprechen genaue Stickstoffanalysen.

Versuchsperson M
während des ersten Menüs.

Datum 1887	kg Körper-gewicht	Urin			Faeces		
		ccm	spec. Gew.	g N	Stunde	g	pro Tag
13. März [1]	49,473	1100	1003	— [2]	11 v 3	± 150	± 150
14. „ [3]	48,970	935	1005	—	8 n 2	± 75	± 75
15. „	48,919	1135	1004½	—	—	—	—
16. „	48,928	1064	1004½	—	11 v 1	14	14
17. „ [4]	49,055	1150	1004	—	7 v 2	132	132
18. „	48,965	960	1005	—	—	—	—
19. „	49,145	1000	1005	12,912	9 v 2	162	162
20. „	49,134	1170	1004	12,048	8 v 4 10 v 2	33 28	61
21. „	49,377	1350	1003½	11,515	11 v 2	103	103
22. „	49,418	1005	1004½	11,760	9 v 4	40	40
23. „	49,564	1270	1004	11,786	10 v 2	145	145
24. „	49,254	1145	1004½	11,904	—	—	—
25. „	49,122	1200	1004	11,904	—	—	—
26. „	49,240	1125	1004¼	13,008	10 v 2	135	135
27. „	49,080	1135	1004½	15,600	—	—	—
28. „	49,068	1320	1004	12,355	—	—	—
29. „	49,076	1100	1004¾	10,464	7 n 1	25	25
30. „	48,820	1370	1003½	12,385	12 v 1	20 [5]	20
31. „	48,930	878	1005¼	11,952	—	—	—
1. April	48,874 b	920	1005¼	12,192	—	—	—
2. „	49,017 b	940	1004¾	12,096	—	—	—
3. „	49,231 b	945	1005	11,856	11 v 1	10	10
4. „	49,262 a	870	1005½	12,240	4 n 1	18	18
5. „	49,256 c	830 [6]	1005½	12,192	10 v 2	240	240
6. „ [7]	49,183 b	—	—	—	—	—	—
7. „	49,004 c	1015	1004½	11,088	10 v 2	198	198
8. „	48,652 c	1063	1004½	11,664	—	—	—
9. „	49,058 a	1650	1003	12,804	—	—	—

1) 10 g Reis zu viel, 39 g Zucker zu wenig genossen.
2) Diese Zahlen sind nach der Liebig'schen Methode gewonnen, s. S. 365.
3) Abends 1 g Kalium bromatum genommen.
4) Fünfmal sehr leichtes Nasenbluten.
5) Nach einem Clysma.
6) Oefters Wasser getrunken.
7) Siehe S. 364.

Datum 1887	kg Körper-gewicht	Urin			Faeces		
		ccm	Spec. Gew.	g N	Stunde	g	pro Tag
10. April	48,803 b	860[2]	1005	11,280	—	—	—
11. „ [1]	49,063 a	900	1005	11,484	—	—	—
12. „	49,019 b	865	1005¼	11,453	—	—	—
13. „	49,343 c	1875[3]	1003¼	11,165	9 v 2	271	271
14. „	48,844 c	1130	1004¼	11,136	—	—	—
15. „	48,821 b	1067	1004	10,944	9 v 1—2	72	72
16. „	48,918 b	815	1005¾	10,320	—	—	—

Versuchsperson M
während des zweiten Menüs.

Datum 1887	kg Körper-gewicht	Urin			Faeces		
		ccm	spec. Gew.	g N	Stunde	g	pro Tag
17. April	48,914 c	885	1005¾	10,464	7 n 1	5	5
18. „ [4]	49,085 b	900	1005½	9,840	9 n 1	17	17
19. „	49,175 c	865	1005¾	10,464	8 v 2	238	238
20. „	49,068 b	1150	1004¾	10,608	2 n 1—2	12	12
21. „	49,050 b	1005	1005	10,752	10 v 2	182	182
22. „	48,987 b	1105	1004½	11,664[5]	11 v 2 6 n 2	68 20	88
23. „	49,072 b	1025	1005	11,280	12 v 2	43	43
24. „	48,959 c	850	1005½	11,472	10 v 2	258	258
25. „	49,018 a	920	1005½	11,800	—	—	—
26. „	49,044 c	1015	1004½	11,520	10 v 2 9 n 2	76 20	96
27. „	49,045 c	1150	1004½	11,568	10 v 3	218	218
28. „	48,874 c	900	1005½	11,560	12 v 2 9 n 2	8 20	28
29. „	48,847 c	820	1005½	11,520	11 v 2	99	99
30. „	48,988 c	1065	1005	11,756	1 n 2 9 n 2	16 27	43
1. Mai	49,206 c	1260	1004	11,743	10 v 2 10 n 2	118 26	144

1) Zweimal leichtes Nasenbluten.

2) Niemals während des Versuchs so viel Wasser getrunken als an diesem Tag.

3) Nur ein kleines Glas Wasser getrunken.

4) Die halbe Apfelsine vergessen.

5) Dunkeler Himmel.

Datum 1887	kg Körper-gewicht	Urin			Faeces		
		ccm	spec. Gew.	g N	Stunde	g	pro Tag
2. Mai	48,903 c	965	1005¼	11,280	10 v 3	360	360
3. „ [1])	48,683 c	—	—	—	—	—	—
4. „	48,965 c	990	1005	12,177	3 n 2	65	65
5. „	48,962 c	1055	1004½	11,394	10 v 3 12 v 3	342 30	372
6. „	48,666 c	950	1005	11,240	9 n 2	23	23
7. „	48,670 c	1260	1004	11,390	2 n 2 9 n 2	11 20	31
8. „	48,831 c	1025	1005	11,582	1 n 2	75	75
9. „	49,088 b	960	1005	10,790	10 v 3—4	379	379
10. „	48,793 c	945	1005½	12,474	10 v 3	12	12
11. „	48,832 c	820	1005½	11,360	10 v 2 6 n 2	26 40	66
12. „	49,131 c	890	1005½	11,480	10 n 2	44	44
13. „	49,129 c	870	1005¾	11,200	1 n 2 9 n 2	30 48	78
14. „	49,280 c	925	1005	11,240	9 v 2—3	269	269
15. „	49,115 c	910	1005	10,480[2])	7 n 2	27	27
16. „	49,430 b	800	1006	10,560	10 v 3	467	467
17. „	49,320 b	980	1005	11,799	—	—	—
18. „	49,425 b	1265	1004	11,537	10 v 3	255	255
19. „	49,170 b	1160	1004½	12,018	11 v 2—3	115	115
20. „	49,057 a	1120[3])	1004¾	12,480	—	—	—
21. „	48,954 a	1020	1004¾	12,362	10 v 2—3	285	285

Versuchsperson P
während des ersten Menüs.

Datum 1887	kg Körper-gewicht	Urin			Faeces		
		ccm	spec. Gew.	g N	Stunde	g	pro Tag
13. März[4])	54,475	1180	1003½	— [5])	5 n 2	± 80	± 80
14. „	54,120	1120	1004¾	—	1 n 2	± 80	± 80
15. „	54,021	1180	1004½	—	3 n 2	± 70	± 70
16. „	54,041	1050	1005¾	—	6 n 2	38	38

1) Siehe auf S. 364.
2) Dunkeler Himmel.
3) Kein Wasser getrunken.
4) 70 g Zucker zu wenig genossen.
5) Diese Zahlen sind nach der Liebig'schen Methode gewonnen, s. S. 365

Datum 1887	kg Körper-gewicht	Urin			Faeces		
		ccm	spec. Gew.	g N	Stunde	g	pro Tag
17. März	54,087	1000	1005½	—	1 n 2	70	70
18. „	54,272	1140	1004½	—	6 n 2	44	44
19. „	54,298	1020	1005½	16,080	3 n 2	83	83
20. „	54,334	1105	1005	16,992	—	—	—
21. „	51,514	1085	1005	16,560	8 v 2	152	152
22. „	54,514	1015	1005¼	16,032	1 n 2	28	28
23. „	54,518	1000	1005½	15,696	9 v 2	83	83
24. „	54,485	1080	1005½	16,176	9 v 2	95	95
25. „	54,360	945	1005½	15,648	1 n 2	55	55
26. „	54,371	870	1006	15,168	9 v 2	75	75
27. „	54,540	1100	1005	16,244	6 n 2	60	60
28. „	54,901	1150	1004¾	15,504	12 v 3	102	102
29. „	54,714	1100	1005½	16,320	6 n 1	55	55
30. „	54,491	1000	1005	15,504	4 n 2	74	74
31. „	54,786	1005	1005½	15,840	4 n 1	36	36
1. April	54,865 b	1020	1005½	16,560	12 v 2	70	70
2 „	54,835 c	1225	1004¾	16,562	6 n 2	50	50
3. „	54,747 b	1050	1005½	16,560	12 v 2	54	54
4. „	54,718 a	1005	1005¼	16,464	9 v 2	72	72
5. „	54,793 b	1095	1004¾	16,464	8 v 3	66	66
6. „ [1]	54,864 b	795 [2]	1004¾	13,440	8 v 3	128	128
7. „	54,952 b	1245 [3]	1004½	15,986	2 n 2	69	69
8. „	54,684 b	1010	1005½	16,368	9 v 3	56	56
9. „	54,592 b	1085	1004¾	16,320	3 n 3	82	82
10. „	54,684 b	925 [4]	1005½	16,080	3 n 2	61	61
11. „	54,655 a	900 [5]	1005¾	15,516	3 n 2	55	55
12. „	54,815 a	970	1005½	15,792	3 n 2	71	71
13. „	54,791 a	950	1005½	16,272	7 n 1	46	46
14. „	54,877 a	1315	1004	16,411	3 n 2	73	73
15. „	55,019 b	1480	1003½	15,569	1 n 2	58	58
16. „	54,956 a	1112	1004¾	15,744	8 n 2	44	44

1) Erbrochen nach Genuss von 100 g Milch, ± 50 g Butterbrod, ± 30 Fleisch und von Thee. Siehe weiter auf S. 375.

2) Fast neutral.

3) Wenig Wasser getrunken.

4) Viel getrunken.

5) Drei Gläser Wasser getrunken.

Versuchsperson P
während des zweiten Menüs.

Datum 1887	kg Körpergewicht	Urin ccm	Urin spec. Gew.	Urin g N	Faeces Stunde	Faeces g	Faeces pro Tag
17. April [1])	54,962 b	845 [2])	1006 3/4	13,536	1 n 2	62	62
18. „ [3])	55,048 a	865	1006	13,680	9 v 3	166	166
19. „	55,395 b	820 [2])	1006 1/2	14,160	8 v 4 3 n 3	468 122	590
20. „	55,197 a	830 [2])	1006 1/2	13,824	9 v 3 2 n 3 6 n 3	117 170 196	483
21. „	55,305 a	844	1006 1/2	13,536	12 v 3 5 n 3	154 129	273
22. „	55,567 a	860	1006	14,160	7 v 3—4 6 n 3	303 153	456
23. „	55,346 a	885	1006 1/2	14,016	8 v 3—4 6 n 3	266 159	424
24. „	55,431 b	910	1006	14,256	12 v 3 5 n 3	156 77	233
25. „ [4])	55,671 a	1000	1006	14,800	8 v 3 — [5])	212 —	212?
26. „	55,545 a	870	1006	14,840	8 v 3 4 n 3	80 200	280
27. „	55,799 c	938	1006	15,000	8 v 3—4 3 n 3	260 131	391
28. „	55,723 b	938	1005 3/4	14,960	9 v 3—4 4 n 3	229 132	361
29. „	55,932 a	1040	1005 1/2	15,350	1 n 2	217	217
30. „	55,906 a	930	1006	14,960	7 v 4	416	416
1. Mai	55,512 b	940	1006 1/2	15,600	7 v 3—4	408	408
2 „	55,449 b	890	1006	14,920	9 v 3 3 n 3	274 173	447
3. „	55,673 c	885	1006	14,480	3 n 2	222	222
4. „	56,138 b	1032	1005 1/4	15,157	12 v 3 7 n 3	343 126	459
5. „	55,840 b	1060	1005	14,840	12 v 3	136	136
6. „	56, 100 b	910	1006	15,240	8 v 4	486	486

1) Die Butter wurde an diesem Tag grösstentheils gebraten genossen.
2) Viel getrunken.
3) Die 1/2 Apfelsine vergessen.
4) Kleiner Fehler mit den grauen Erbsen, siehe S. 361.
5) Vielleicht einmal vergessen zu notiren.

Datum 1887	kg Körpergewicht	Urin			Faeces		
		ccm	spec. Gew.	g N	Stunde	g	pro Tag
7. Mai	56,041 c	995	1006	15,522	8 v 3 11 n 3—4	207 277	484
8. „	55,670 b	890	1006 1/2	15,028	12 v 3 8 n 3	154 165	319
9. „	55,802 a	950	1006	15,846	9 v 3	208	208
10. „	55,996 a	990	1006	15,959	7 v 3—4 8 n 3	309 158	467
11. „	56,010 a	990	1005 1/2	15,127	10 v 3	220	220
12. „	56,266 a	910	1006	15,820	7 v 4 11 n 3	494 190	684
13. „	55,904 a	1010	1005 1/2	16,302	2 n 3	156	156
14. „	56,136 a	970	1005 3/4	15,160	8 v 3—4 3 n 3	243 121	364
15. „	56,106 a	955 [1])	1005 1/4	15,080	7 v 4 10 n 3	438 169	607
16. „	56,126 a	1015	1005 1/2	15,753	4 n 2 7 n 3	98 145	243
17. „	56,161	1285 [2])	1004 1/2	16,191	5 n 2—3 8 n 3	214 112	326
18. „	56,116 b	1000	1005	14,720	3 n 3 8 n 3	145 271	416
19. „	56,070 a	1000	1005	15,560	5 n 3 10 n 3—4	153 199	352
20. „	56,074 a	945	1005 1/2	15,280	8 n 3 10 n 3	59 185	244
21. „	56,232 a	1015	1005 1/2	15,184	3 n 3 8 n 3	138 213	351

Körpergewicht. Wenn man aber von diesen untergeordneten Schwankungen absieht, so erhellt, dass das Gewicht der Versuchsperson M. durchschnittlich immer das nämliche geblieben ist. Anders verhielt es sich mit der Versuchsperson P: während der ersten Diät nahm das Körpergewicht zuerst ein wenig ab, später nahm es sogar ein wenig zu; in den ersten Wochen der zweiten Diät aber steigt das Körpergewicht nicht unbedeutend und bleibt in den folgenden Wochen ziemlich genau auf der einmal erreichten Höhe. Eine durch-

1) Angeblich mehr als 1 Liter getrunken.

2) Ausserordentlich wenig getrunken.

schlagende Bedeutung kommt diesen Ergebnissen erst zu in Verbindung mit den Stickstoffbestimmungen, wobei wir wieder das Körpergewicht berücksichtigen werden.

Der Urin von M. hatte während des ganzen Versuchs eine blassgelbe Farbe und war immer mehr weniger opalescirend; der von der Versuchsperson P. war immer hochgelb gefärbt und während der ersten Diät klar, während der zweiten Diät durch Phosphatwolken getrübt, aber klar, wenn diese zu Boden gesunken waren. Die Reaction des Urins beider Versuchspersonen war während der ersten Diät sauer oder stark sauer; während der zweiten Diät schwach sauer oder fast neutral. Die täglich ausgeschiedene Menge belief sich in dem ersten Versuche auf etwa 1200, in dem zweiten auf etwa 1000 g. Vom 1. April an bemerkte ich in dem Urin beider Versuchspersonen, namentlich von P., auf dem Boden viele, oft zahllose, feine Krystalle von phosphorsaurer Ammoniakmagnesia, welche durch ihren Stickstoffgehalt einen allerdings nicht sehr erheblichen Fehler verursachen mussten. Im Allgemeinen steht das specifische Gewicht im umgekehrten Verhältnisse zu der täglich ausgeschiedenen Menge; der 24stündige Stickstoffgehalt des Harns aber ist dieser Menge nicht proportional, wie ich es in meiner Inauguraldissertation [1]) als Regel fand; auch für diese Incongruenz ist mir die Ursache nicht bekannt geworden. Am meisten waren wir immer erstaunt, wie wenig proportional das getrunkene Wasser der an demselben Tag ausgeschiedenen Urinmenge war, zumal wenn man bedenkt, dass wir, fast ohne Ausnahme, niemals des Nachts getrunken haben; nur Eines kann zur Erklärung gefunden werden: wir tranken eben nicht mehr, als zur Stillung des Durstes ausreichend war. Auch ist es uns niemals deutlich geworden, warum wir beim zweiten Menü bei vielem Wassertrinken noch weniger Urin liessen als beim ersten Menü bei wenig Wassertrinken. Der umgekehrt proportionale Einfluss der Defaecation auf die ausgeschiedene Urinmenge war zuweilen sehr auffallend, zumal bei M. Wie oben schon bemerkt, war die grössere Menge Faeces während der zweiten

---

1) Over den invloed van Leveraandoeningen op de itscheiding van Ureum, Acidum uricum en Hippuurzuur. Leiden 1879.

Diät sehr auffallend im Gegensatz zu der geringen Menge während der ersten Diät, ein Unterschied, der bei P. mehr als das Fünffache beträgt.

Diesen objectiven Ergebnissen will ich den subjectiven Befund der Versuchspersonen an die Seite stellen. Obgleich es uns oft genug schwer fiel, die beträchtliche Menge der Speisen zu bewältigen, M. namentlich während des ersten Menüs den Reis und P. den Zucker gewöhnlich zu viel fand, erregte die Gleichförmigkeit der Diät bei uns keinen Widerwillen; im Gegentheil eine ziemlich starke Abneigung, welche M. gegen die weissen Bohnen hatte, wurde allmählich geringer. Ein Gefühl des Hungers oder des unwiderstehlichen Verlangens nach gewissen anderen Speisen oder Getränken trat nicht ein. Die ganze Zeitdauer des Versuches hindurch waren wir thatkräftig und fühlten uns nicht mehr oder weniger munter als zu anderen Zeiten. Das Einzige, was uns während des Versuches heftig quälte, war der ungeahnte Aufwand von grösseren und kleineren zeitraubenden Beschäftigungen, welche mit peinlichster Genauigkeit und täglich wiederkehrender Beharrlichkeit eingehalten werden mussten, sollte nicht alle vorhergegangene Mühe auf einmal verloren gehen. Ein Paar kleiner Fehler, welche dennoch begangen wurden, ist oben Erwähnung gethan. Beim Anfang der zweiten Diät hatten wir am ersten Tag das Gefühl der Schwere im Magen, welches aber verschwand, sobald sich vergrösserte Darmthätigkeit einstellte. Ja, so leicht kann man sich einer anderen Ernährungsart anpassen, dass ich mich den ersten Tag, als wir wieder unsere Freiheit zurück hatten, Leguminosen erbat, um das Gefühl des leeren Magens zu beschwichtigen. Sodbrennen, das meinen Magen auch sonst wohl dann und wann belästigt, kam während der ersten Diät ziemlich oft und ziemlich heftig vor, einmal sogar kam es zum Erbrechen mit stark saurer Reaction (S. 371). Ich würde damals sogar den ganzen Versuch für meine Person eingestellt haben, wäre es nicht meine Ueberzeugung gewesen, dies Erbrechen sei nicht sowohl die Folge einer Magenaffection, von der übrigens alle Symptome fehlten, sondern es stehe dieses Erbrechen in Verbindung mit dem heftigen Kopfweh, dem ich, wahrscheinlich durch zeitliche Ueberanstrengung, unterlag. Den vorigen Abend war ich spät zur Ruhe gegangen, hatte

des Nachts schlecht geschlafen und war des Morgens nicht fertig mit meinen gewöhnlichen Versuchsbeschäftigungen, als ich meine Tagesarbeit um 9 Uhr anfangen musste. Im Laufe des Tages, nach dem Erbrechen, fühlte ich mich ruhig und wohl und verzehrte meine übrige Tagesportion exclusive 100 g Brod, ein wenig Butter und 34 g Zucker mit gutem Appetit. Ein anderes Symptom, das meine Aufmerksamkeit erregte, war, dass wir während der zweiten Diät fortwährend von stark nach Schwefelwasserstoff riechenden Darmgasen gequält wurden, ein Umstand der an und für sich schon angethan sein würde, von einer solchen Diät Abstand zu nehmen, wenn man sich im gewöhnlichen gesellschaftlichen Verkehr zu bewegen wünscht. Und wiewohl die Entwicklung von Schwefelwasserstoff im Tractus intestinalis eines traditionellen Rufs wider Acnepusteln sich erfreut, war mein Angesicht gerade in jener Zeit auffallend mit solchen behaftet.

Als es sich, nachdem wir die erste Diät einige Zeit befolgt hatten, herausstellte, dass das Körpergewicht im Grossen und Ganzen constant blieb, das Nahrungsbedürfniss befriedigt wurde, die Speisen ohne Beschwerde in der angegebenen Menge genossen wurden, dabei unser körperliches und geistiges Wohlbefinden unbeeinträchtigt blieb, hatten wir das Recht, zu vermuthen, dass das Menü gut gewählt und unser Körper dabei im Stickstoff-Gleichgewicht war. Da unsere tägliche Stickstoffeinnahme bekannt war, hätten wir nur noch die tägliche Totalausgabe an Stickstoff zu bestimmen, um das Stickstoff-Gleichgewicht mit Sicherheit festzustellen.

Weil unsere Stickstoffbestimmungen für den Urin die durchschnittliche Constanz des Stickstoffs bewiesen hatten, war es für dieses Secretionsproduct gleichgültig, an welchem Tag wir eine Probe in das Laboratorium schickten. Anders verhielt es sich mit den Faeces: an dem einen Tage wurde ein grosses, am anderen ein kleines Quantum derselben registrirt, und diese Mengen waren nicht immer umgekehrt proportional der Consistenz. Es hielt der Darm also den einen Tag einen Theil zurück, um ihn für den anderen Tag aufzusparen. Es wäre daher nöthig gewesen, eine Reihe von Stickstoffbestimmungen in den Faeces vorzunehmen, um den Mittelwerth für den Tag zu finden. Den damit verbundenen Aufwand

an Mühe haben wir jedoch umgehen können, weil es gelang, bei ziemlich gleichbleibender Consistenz des Kothes, Tage zu finden, wo die Menge ziemlich genau den Mittelwerth der vorigen Tage repräsentirte und auch vorher und nachher ein längerer Zeitraum ohne Defaecation genannten Defaecationstag abgrenzte von dem vorhergehenden Tag einerseits und von dem folgenden Tag andererseits. Zum Beweise dafür, wie genau wir obigen Bedingungen getreu geblieben sind, habe ich die betreffenden Zahlen für die drei Stickstoffbestimmungen in folgender Tabelle zusammengestellt.

Versuchsperson M.

Während	6 Tagen	4 Tagen	3 Tagen
wurden ausgeschieden	271 g	497 g	370 g
also pro die	45 g	124 g	124 g
Durchschnittswerth der vorigen Tage	54 g	120 g	128 g
d. h. der Tage	15. März bis 7. April	18. April bis 6. Mai	18. April bis 16. Mai
vorhergegangene Defaecationspause .	6 Tage	17 Stunden	48 Stunden
es folgte eine Pause von	2 „	24 „	47 „
die Defaecation fand statt	13. April	7. 8. 9. 10. Mai	18.—19. Mai
Urinprobe untersucht vom	13. „	7. 8. 9. 10. Mai	17. 18. 19. Mai

Versuchsperson P.

Während	1 Tag	3 Tagen	3 Tagen
wurden ausgeschieden	71 g	1011 g	1093 g
also pro die	71 g	337 g	364 g
Durchschnittswerth der vorigen Tage	67 g	350 g	362 g
d. h. der Tage	16. März bis 11. April	18. April bis 6. Mai	18. April bis 16. Mai
vorhergegangene Defaecationspause .	24 Stunden	24 Stunden	22 Stunden
es folgt eine Pause von	28 „	22 „	17 „
die Defaecation fand statt	12. April	7. 8. 9. Mai	17. 18. 19. Mai
Urinprobe untersucht von	12. „	7. 8. 9. Mai	17. 18. 19. Mai

Zum Aufbewahren wurden sämmtliche Stoffe an einen kühlen Ort gestellt und sofort nach dem Sammeln untersucht; namentlich im Urin war während des Aufbewahrens niemals eine Aenderung der Farbe, des Geruchs und der Reaction eingetreten.

Die Ergebnisse dieser Stickstoffbestimmungen, deren Methode oben (S. 366 und 367) erläutert wurde, waren folgende:

Während nach unserer Berechnung für M die Gesammtstickstoff-Einnahme pro die 12,612 g war, ergab die Stickstoffanalyse von Harn und Koth eine Gesammtausgabe von 11,872, also eine Differenz von nur 0,84 g. Von den Einnahmen waren 1,009 g Stickstoff als unverdaulich berechnet, welche also in den Faeces gefunden werden mussten; der Stickstoffgehalt der Faeces aber war nur 0,837, also 0,172 g weniger. Es war also die Correction wegen unvollständiger Ausnützung der Milch, namentlich für M, mit Recht weggelassen worden. Als Stickstoffgehalt des Urins konnte man erwarten, die 11,603 g wiederzufinden, welche in den stickstoffhaltigen Extractivstoffen und in dem verdaulichen Eiweiss genossen wurden, während die Mittelwerthe bei unseren Stickstoffbestimmungen 11—12 g ergeben hatten; die directe Stickstoffanalyse ergab 11,036 g. Das Resultat war also, dass unsere Berechnungen der Einnahmen und Ausgaben gut übereinstimmten, dass täglich ebensoviel Stickstoff ausgeschieden, als aufgenommen wurde, dass also der Körper im Stickstoff-Gleichgewicht war.

Für P ergab sich das nämliche Resultat nach den folgenden Zahlen:

	12. April
Gesammteinnahme	18,480
Gesammtausgabe . . . . (nach der Stickstoffanalyse von Harn und Koth)	17,986
Differenz	0,494
Unverdaulich berechnet	1,271
In den Faeces gefunden	1,503
Differenz	0,232
Stickstoffgehalt des Urins berechnet . . (aus Stickstoffeinnahme und Stickstoff des Unverdaulichen)	17,209
Durchschnittlich gefunden nach Pflüger-Bohland	16,0
Nach der directen Stickstoffanalyse . . .	16,483

Für die zweite Diät ergab sich folgende Stickstoffbilanz:

Versuchsperson M.

	7.—10. Mai	17.—19. Mai
Gesammteinnahme	13,853	13,853
Gasammtausgabe . . . . . . (nach der Stickstoffanalyse von Harn und Koth)	13,480	13,404
Differenz	0,372	0,449
Unverdaulich berechnet	2,238	2,238
In Faeces gefunden	2,535	2,232
Differenz	0,297	0,006
Stickstoffgehalt des Urins aus Stickstoffeinnahme und Stickstoff des Unverdaulichen berechnet . . .	11,615	11,615
Durchschnittlich gefunden nach Pflüger-Bohland	11,0	11,0
Nach der directen Stickstoffanalyse	10,945	11,172

Versuchsperson P.

	7.—9. Mai	17.—19. Mai
Gesammteinnahme	20,947	20,947
Gesammtausgabe . . . . . . (nach der Stickstoffanalyse von Harn und Koth)	15,771	20,288
Differenz	5,1761	0,659
Unverdaulich berechnet	3,739	3,739
In Faeces gefunden	4,147	4,884
Differenz	0,408	1,145
Stickstoffgehalt des Urins aus Stickstoffeinnahme und Stickstoff des Unverdaulichen berechnet . . .	17,208	17,208
Durchschnittlich gefunden nach Pflüger-Bohland	14,0	15,0
Nach der directen Stickstoffanalyse	11,624	15,404.

Es sind hier ausschliesslich die Kjeldahl'schen Zahlen in Berechnung gezogen; ich will die Zahlen nach Will-Varrentrapp danebenstellen:

M	Urin	nach Kj.	0,80%	nach	W.-V.	0,79%
M	Faeces	„ „	1,86%	„	„	1,94%
P	„	„ „	2,12%	„	„	2,13%.

Wie man sieht, bleiben bei der ersten Analyse von P. während der zweiten Diät 5 g Stickstoff pro die im Körper zurück; auch eine Zunahme des Körpergewichts von 1 kg war seit der ersten Diät zu constatiren, aber das reicht nicht aus, um jenes beträchtliche Zurückhalten von Stickstoff zu erklären. Wahrscheinlich muss noch irgend ein Fehler sich eingeschlichen haben. Zwischen der ersten und zweiten Stickstoffbestimmung blieb auch für P. das Körpergewicht das nämliche und blieb Stickstoff nur in geringen Mengen zurück.

Abgesehen von der vorübergehenden Gewichtszunahme und Stickstoffzurückhaltung von P. am Anfang der zweiten Diät wurde das Stickstoff-Gleichgewicht bei dem zweiten Menü ebenso erreicht, als während des ersten Menüs; es muss also die als Aufschrift dieser Abhandlung gestellte Frage im positiven Sinne beantwortet werden, im Gegensatz zu dem, was wir zu finden a priori gedacht hatten. Wenn man die Zahlen von P genau betrachtet, so muss man sagen, dass die Stickstoffbilanz dieser Versuchsperson sich sogar zum Vortheil des vegetabilischen Eiweisses herausstellte, denn sowohl die Stickstoffzurückhaltung als die Zunahme des Körpergewichts ist grösser während des zweiten, als während des ersten Menüs.

Es wäre mir nicht möglich, hier zu endigen, ohne dem Herrn Professor D. Huizinga zu Groningen, der mir immer mit der grössten Theilnahme zu Rathe gestanden, ein Wort der Verehrung und der Dankbarkeit auszusprechen.

Zum Schlusse will ich die wichtigsten Resultate unserer Untersuchungen noch einmal zusammenfassen.

Die animalischen Eiweissstoffe, welche wir zu geniessen gewohnt sind, können durch vegetabilische mit dem gleichen Stickstoffgehalt ersetzt werden, ohne dass die Stickstoffbilanz sich wesentlich dadurch ändert.

Bohnen und Erbsen belästigen den Darmtractus sehr, sowohl durch gasförmigen als durch festen Inhalt; Fleisch und Reis dagegen in beiden Hinsichten sehr wenig. Es folgt daraus eine Anzahl Contraindicationen wider eine ausschliesslich vegetabilische Diät.

Die Acidität des Magens, sowie die des Urins ist beträchtlich geringer bei ausschliesslich vegetabilischer, als bei unserer ersten Diät.

Milch, wenn nicht ausschliesslich als Nahrung genommen, kann auch von Erwachsenen sehr vollständig verdaut werden.

Die Frage nach dem Kostenunterschied unseres ersten und zweiten Menüs wird ausschliesslich beherrscht durch die Frage nach den Kosten für die Heizung des Ofens.

Die Mittelwerthe von Moleschott für den täglichen Bedarf an Nahrungsstoffen sind auch für unser Klima nicht zu niedrig gewählt.

Die modificirte Methode der Stickstoffbestimmung nach Kjeldahl ist nicht nur für Urin und Milch, sondern auch für die Faeces zuverlässig.

Die Methode von E. Pflüger und K. Bohland den Stickstoffgehalt des menschlichen Harns schnell annäherungsweise zu bestimmen, liefert auch nach unseren Erfahrungen namentlich für harnstoffreichen Harn bessere Resultate, als die verbesserte Liebig'sche Methode.

Secundäre Erregung vom Muskel zum Muskel.

Von

W. Kühne.

Legt man die beiden M. M. sartorii eines curarisirten Frosches mit ihren breiten oberen Enden etwa 5 mm weit so auf einander, dass der eine die Fortsetzung des andern bildet und schmiegt man sie durch Feststecken mit Igelstacheln gegen einen Kork möglichst innig zusammen, so können sich Erregungen in ihnen fortpflanzen, wie in einem einzigen Muskel. Wird der eine elektrisch, mechanisch oder chemisch gereizt, so zuckt mit ihm auch der andere und bei tetanisirender Reizung verbreitet sich der Tetanus auf beide. Sicherer tritt diese überraschende Erscheinung ein, wenn man die Muskeln nach sorgfältigem Zusammenlegen einfach mit einem Faden zusammenschnürt.

Da es für eingehendere Beobachtungen unbequem ist, die Muskeln in der genannten Weise zusammenzuheften, Zerrung oder Verletzung, die den Erfolg stören, dabei nicht immer vermeidlich sind und es auf den innigen Contact allein nicht ankommt, sondern mehr auf den Druck, womit dieser erzielt wird, so vereinigt man die Muskeln am besten durch Pressen. Zu diesem Zwecke können kleine Pressrinnen durch Aufkleben von Korkwürfeln auf Glimmer oder Korkplatten mit ebenso angefertigten Pressklötzchen improvisirt werden, die man mit Schraubenklemmen, wie sie zum Verschliessen von Kautschukschläuchen dienen, nach Aufnahme der Muskeln zusammendrückt. Ausserdem habe ich mich verschiedener Pressen aus Hartgummi bedient mit

Rinnen von 5 mm Länge, Breite und Höhe, in welche ein Klötzchen mit guter Führung passte. Zwei Formen dieser einfachen Apparate mögen damit bezeichnet werden, dass die einen eine Pressstrecke der angegebenen Ausdehnung, die anderen eine die Muskelfaserung kreuzende möglichst schmale Presslinie erzeugen. Damit die Pressen nicht in den Muskel schneiden, sind die Einsätze an zwei Kanten gut abgerundet, und besteht bei der „Linearpresse" sowohl der Boden wie die Unterseite des Klötzchens aus einen Cylinder von 1,0—1,5 mm Radius.

In eine dieser Vorrichtungen wird der erste Sartorius mit seiner fascienlosen Innenseite nach oben glatt ausgebreitet, dann der andere mit derselben Seite nach unten aufgelegt, das Klötzchen aufgesetzt und durch die Klemme eingedrückt. Wie gross der Druck sein müsse, wird später genauer angegeben; vorerst genüge es zu wissen, dass man denselben richtig trifft, wenn man die Pressschraube mit mässiger Geschwindigkeit soweit anzieht, dass beide Muskeln sich einmal energisch contrahiren und nach einigem Verweilen in der Verkürzung wieder erschlaffen. Man wird dann finden, dass sie insofern ungemein empfindlich geworden sind, als sie auf localisirte Reizungen sehr kleiner Stellen, durch Drücken am Rande z. B. oder auf einen Nadelstich sofort sehr energisch in ihrer ganzen Breite reagiren. Nun genügt es, den einen oder den anderen durch Schneiden, Kneifen mit einer Elfenbeinpincette, Umschnüren mit einem Faden, durch Berührung eines frischen Querschnitts mit Salzsäure von 0,2%, durch einzelne schwache Inductionsschläge oder eine rasche Folge solcher Schläge, durch Schliessen oder Oeffnen einer constanten Kette zu erregen, um jedesmal den unberührten in dieselbe Thätigkeit zu versetzen, wie den primär gereizten. Bei unvergifteten Muskeln kann die Reizung auch vom Nerven aus geschehen mit jedem beliebigen Nervenreize und wenn man einen solchen Muskel mit einem curarisirten zusammenpresst, sieht man den letzteren, über welchen der eigene Nerv nichts mehr vermag, von einem Nerven beherrscht, mit dem er niemals in Verbindung gestanden. Ausser diesen secundären Zuckungen lässt sich eine vielleicht unbegrenzte Reihe von Zuckungen höherer Ordnung hervorrufen: denn ich habe zu meinem Erstaunen gesehen, dass von sechs Sartorien, die ich in Abständen

von 15 mm mit fünf Linearpressen zu einer Kette vereinigt hatte, der erste auf den letzten so gut wirkte, wie dieser auf jenen und zwar bei jeder Art des primären Reizes. Dasselbe glückte mit Fadenligaturen an einer Reihe von vier Sartorien.

Die erste Vermuthung im Anblicke dieser Fortpflanzung der Erregung wird sein, dass die Muskeln mechanisch auf einander wirkten, indem der direct gereizte bei der Contraction anschwelle und einfach auf den andern, mit dem er in den engen Pressspalt hineingezwungen, drücke. Gegen die Annahme einer solchen mechanischen Reizung spricht aber, ausser zahlreichen später zu erörternden Thatsachen, der Umstand, dass die Uebertragung der Reizung nicht erfolgt, wenn man das Weichste und Schmiegsamste, das es gibt, nämlich etwas Blattgold, in dünnster continuirlicher Schicht zwischen die zu pressenden Muskeln bringt.

Dass Zuckungen ohne Vermittlung von Nerven auf die unmittelbar erregten Muskelbündel beschränkt bleiben und die in einem Muskel zusammenliegenden Fasern ihre Erregung so isolirt leiten, wie die Nervenfasern in einem Nervenstamme, wird allgemein angenommen, seit man das fibrilläre Zucken auf localisirte Reizung einzelner Fasergruppen besonders von curarisirten Muskeln kennt. Hiervon ist bis jetzt keine Ausnahme gesehen, auch nicht unter den Bedingungen, unter welchen an Nerven paradoxe secundäre Erregungen bemerkbar werden. Ich habe dieses mir lange vertraute Gebiet bei dem jetzigen Anlasse wieder durchexperimentirt und muss von neuem bestätigen, dass weder die auf secundärem Electrotonus beruhende paradoxe Erregung du Bois-Reymond's noch die von dem Aufhören der Compensation des Demarkationsstromes einer Fasergruppe in Folge der negativen Schwankung des gleichen Stromes in benachbarten gereizten Faserbündeln nach E. Hering[1]) bei Nerven zu Stande kommende Erregung sich jemals unter Muskeln verrathen. Ein Muskelpräparat, das der Verzweigung eines Nervenstranges ganz analog ist, gewinnt man leicht, indem man den Sartorius der Länge nach so weit spaltet, dass die dabei erhaltenen Zipfel an einem Ende noch eine gemeinsame Wurzel behalten. Ist der Muskel mit

1) Sitzungsber. der Akad. d. Wissensch. zu Wien. Bd. 85 3. Abth. 1882 S. 237.

Curare entnervt oder bis in seine obere nervenlose Strecke gespalten, so sieht man von den Zipfeln auf Reize jeder Art und auch auf Tetanisiren mit Inductionsschlägen, von den schwächsten bis zu den stärksten, gerade noch zulässigen, immer nur den direct gereizten zucken und zwar auch dann nur, wenn zur Entwicklung des Demarkationsstromes beide Zipfel im gleichen Niveau an der ungetheilten Strecke in irgend welcher Entfernung vom Anfange des Schlitzes mit einem Querschnitte versehen sind. Die Hering'sche paradoxe Erregung bleibt also an diesem Objecte trotz der günstigsten Bedingungen aus. Ebenso fehlt den Muskelfasern, wie es nach dem elektrotonischen Verhalten des Muskels im Gegensatze zu dem der Nerven zu erwarten war, die du Bois'sche paradoxe Erregung. Ich habe die Zipfel des Sartorius starken constanten Strömen ausgesetzt und ausschliesslich bei bedenklichster Annäherung der Elektroden an den Spaltanfang leise Zuckungen von dem direct durchflossenen auf den andern übertreten sehen nach Schliessen und Oeffnen des Kreises oder nach raschem Wenden des Stromes.

Um so auffälliger ist es, dass das Princip der isolirten Muskelleitung durchbrochen wird, sobald man die Muskeln an einer Stelle drückt. Man muss sich fast wundern, dass dies nicht längst bemerkt worden, wie es sicherlich geschehen wäre, wenn man zufällig einmal in unvorsichtiger Weise über Querleitung im Muskel experimentirt hätte. Ein einziger Versuch, bei dem der Sartorius von einer Klemme oder Ligatur im Fleische gefasst und gedrückt worden, hätte sofort den Uebergang der Erregung von Faser zu Faser verrathen; denn es handelt sich wirklich nur um einen solchen, als Versuchsfehler möglichen Umstand, nach welchem die Querleitung sofort zu Tage tritt.

Man befestigt den curarisirten Sartorius mit der Fascienfläche gegen eine Korkplatte, indem man ihn am oberen Ende mit vier Igelstacheln anspiesst. Hierauf wird er etwa dreiviertel seiner Länge weit in zwei möglichst gleichbreite Zipfel gespalten, wozu ich mich eines Messers mit gerader, auch an der Spitze ungekrümmter Schneide an einem nach aufwärts gebogenem Hefte bediene, das ich erst leise aufsetze, dann rasch in den Kork drücke und darauf erst durchziehe. Nun genügt es, die fixirte Wurzel der Zipfel mit einem stumpfen Werkzeuge, z. B. mit der abgeschliffenen Kante eines

dünnen Objectträgers quer über zu drücken oder mit einer durch den Kork gezogenen Fadenschlinge gegen die Unterlage zu pressen bis die Zipfel einmal energisch zusammengefahren sind, um fortan auf jeden wirksamen Reiz an einem Zipfel den andern heftig mitzucken zu sehen. Auch dieser Versuch, den ich als den „Zweizipfel-Versuch“ bezeichnen will, ist besser mit einer der beschriebenen Pressen auszuführen und gelingt wie der andere Grundversuch, besonders mit der Linearpresse fast unfehlbar.

Das Pressen der Muskeln.

Ich habe die gegenseitige Erregung der Muskeln gefunden, in Folge meiner früheren Beobachtungen über secundäre Zuckungen an das schlagende Herz gelegter Froschmuskeln [1]) und in der Meinung, dass die Uebertragung der Erregung unter zwei gleichartigen Muskeln bisher nur deshalb nicht erzielt worden sei, weil dieselben zu leicht von einander abgleiten, oder weil sie die ihnen anfänglich gegebene vortheilhafte Lage ändern, wenn der primäre sich regt. Deshalb suchte ich die Muskeln durch die Befestigung mit Nadeln möglichst innig zusammen zu schmiegen. Ich sah aber, dass dies nur Erfolg hatte, wenn ich die Muskeln, die sich gegen die Behandlung mit heftigen Zuckungen wehren, gehörig in der Querrichtung gedehnt und unter gegenseitiger Abplattung auf einander g e p r e s s t hatte. Es kam also auf den Druck an, unter dem der wünschenswerthe innige Contact nebenher erzielt wurde.

Ueber die Grösse dieses Druckes habe ich viele Bestimmungen gemacht, von denen gelegentlich noch die Rede sein wird. Um ihn zu messen, wurde die Schraube durch einen mit einen Teller zum Auflegen von Gewichten versehenen Stempel ersetzt, welcher durch eine Röhre locker geführt auf das Pressklötzchen drückte. Wie vorauszusehen, musste die Belastung verschieden sein je nach der Grösse der Muskeln und der Ausdehnung der Pressfläche; ausserdem schwankte sie nach der Erregbarkeit oder nach anderen unbestimmbaren Eigenthümlichkeiten der Präparate. Im Mittel bedurften zwei curarisirte Sartorien 7 cm langer Frösche (gemessen von der

1) Untersuch. aus dem physiol. Inst. d. Univ. Heidelb. Bd. 3 S. 82 ff.

Nasenspitze zum After) bei Vereinigung mit den fascienlosen Innenseiten am oberen Ende durch die Linearpresse, den Druck von 125—500 g. Unter 200 g war die secundäre Wirkung gewöhnlich schwach, von 300—500 g am besten; jedoch vertrugen die Muskeln auch 800—900 g, einige selbst 1000 g, obschon diese höheren Belastungen den Erfolg bald dauernd vernichteten. Bei der Vereinigung in einer Pressstrecke mit einer Contactfläche von 25 qmm musste die Belastung grösser sein und blieb die secundäre Zuckung oft noch bei 1000 g aus, um erst bei 1100—1500 g constant und kräftig zu werden. Ich habe aber auch Fälle beobachtet, in denen schon 800—900 g genügten. Einzelne Muskeln, bei denen die Entscheidung über die erlangte Befähigung zur secundären Erregung in der gegenseitigen Wirkung zweier Zipfel, in die er vorher gespalten worden, lag, bedurften dagegen unter der Linearpresse nur 55,75, 250—400 g und verloren gewöhnlich bei 500 g die Eigenthümlichkeit dauernd. Welchen Druckes sie unter den Pressklötzchen von 25 qmm bedurften, habe ich nicht genauer bestimmt, weil der ausgedehntere Druck für den Zweizipfelversuch weniger zweckmässig ist.

Gegenüber den Erscheinungen beim Pressen mit der Schraube ist hervorzuheben, dass die Muskeln bei vorsichtigem Auflegen der Gewichte nicht zucken, auch nicht unter übermaximaler zerstörender Belastung.

Bei den geringeren Belastungen stellen sich die secundären Zuckungen allmählich ein oder werden erst nach einigen Minuten constanter und kräftiger. Ist aber dieser Zustand einmal erreicht, so kann die Presse entfernt werden, ohne die weiteren Erfolge zu schädigen, wenn der Contact nicht durch Ankleben und Verschiebungen leidet. Ich habe Muskeln ganz aus der Presse herausgenommen, an einer der spitzen Sehnen aufgehängt und das lange Muskelband an der andern Sehnenspitze mit 5 g belasten können, ohne die Haftstelle nachgeben und das Mitzucken schwinden zu sehen.

Auf die Lage der Muskeln zu einander scheint wenig anzukommen, es sei denn, dass die Contactflächen dabei ungünstiger werden, wie z. B. beim Zusammenlegen der Sartorien mit den beiden spitzen Enden, das aber gleichwohl oft wirksam herzustellen ist. Im übrigen ist es einerlei, ob man die Sartorien in der Mitte oder

an den breiten Enden, den einen mit dem Ende, den andern mit der Mitte, ob man sie gleichgerichtet, so dass beide auf derselben Seite der Pressrinne herausragen, oder einen in der Fortsetzung zum andern zusammenlegt. Sie können auch in einer aus vier Würfeln gebildeten kreuzförmigen Rinne mit einen fünften Würfel als Pressstempel in der Mitte, sich rechtwinklig kreuzend vereinigt werden, oder es kann ein einzelner Sartorius mit Schonung der Mitte von beiden Enden her in vier Zipfel gespalten werden, in welchem Falle die schmalste Presslinie an der unversehrten Strecke genügt, um auf Reizung irgend eines der Zipfel die drei anderen in Zuckungen gerathen zu lassen. Die Presslinie braucht auch nicht senkrecht zur Faserung, obschon dies die günstigste Richtung zu sein scheint, zu verlaufen, denn ich habe sowohl an einzelnen Muskeln beim Zweizipfel-Versuche, wie mit zwei Sartorien die Uebertragung der Erregung vortrefflich erzielt in einer Linearpresse, welche im Winkel von 45° durch die Pressrinne gelegt war, was auch bei gekreuzten Muskeln zuweilen noch anschlug. Dagegen reicht, wie zu erwarten, die secundäre Wirksamkeit nur so weit, als die Pressung übergreift und geht der Zweizipfel-Versuch nicht, wenn nur eine Seite des gemeinsamen Stückes gedrückt worden, während von zwei auf einander gelegten oder seitlich zusammengeschobenen Sartorien immer nur die Seite der Muskelbänder zuckt und als Erreger zu brauchen ist, welche zusammengepresst wurde. Die letzteren Versuche sind nicht in den Pressen, etwa mit halbirten Pressklötzchen auszuführen, da sich die Präparate darin verschieben, sondern müssen mit der Pressstrecke vor Augen auf einer Korkplatte, wie schon beschrieben, aus freier Hand gemacht werden, und wo es sich um zwei Muskeln handelt, nach vorläufiger Fixirung derselben mit Nadeln, um das Ausweichen unter der Presskante zu verhüten. Sprechen schon diese Beobachtungen dafür, dass es nur die gepressten Muskelstellen sind, welche aufeinander wirken und nicht etwa nächst benachbarte, in irgend einer Weise mitveränderte oder weniger afficirte, so geht dies noch besser hervor aus folgendem Versuche.

Man presst die Muskeln in der Ausdehnung von 5 mm bis zum Eintreten secundärer Erfolge, entfernt das breitere Klötzchen vor-

sichtig, ersetzt es durch den Einsatz der Cylinderpresse, drückt diesen soweit hinab, dass die Muskeln wieder festliegen und schiebt nun von beiden Seiten zwischen sie bis zur Berührung mit der neuen Presslinie Glimmerblättchen vor, welche die früher gepressten Strecken grösstentheils und deren nächste Nachbarschaft vollständig von einander trennen; man wird nach erneuertem Anziehen der Schraube finden, dass die Uebertragung der Erregung noch ebensogut verläuft, wie zuvor. Dasselbe lässt sich zeigen, wenn man die Muskeln im Zusammenhange aus der Presse herausnimmt, von beiden Seiten her bis auf eine viel kürzere Haftstrecke auseinanderbiegt und zerrt, darauf an beiden möglichst weit von einander gehaltenen spitzen Sehnen aufhängt und die verklebte Stelle nebst deren überstehende Enden in Salzwasser von 0,5% versenkt flottiren lässt, worauf die in der Nähe einer Sehne erregte Zuckung erst abwärts, dann wieder aufwärts bis zum anderen Aufhängepunkt verläuft.

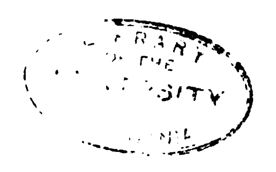
Zur secundären Erregung geeignete Reize.

Die Reize können sehr verschiedenartig sein. In erster Linie ist die, wenn man will, natürliche Erregung des Muskels durch seinen Nerven anzuführen. Dieselbe befähigt, wenn sie primär wirksam ist, den Muskel immer zur Erregung eines anderen. Ich habe dies zwar anfänglich, als ich noch an Sommerfröschen arbeitete, die künstlich abgekühlt werden mussten, für einen Fall, trotz sehr zahlreicher Beobachtungen bezweifelt, nämlich für die Uebertragung innerhalb desselben Muskels und mir die erdenklichste Mühe gegeben, diese scheinbare Ausnahme zu verstehen, bin aber im Verlaufe dieser Untersuchung an im October eingefangenen Fröschen belehrt worden, dass auch der Zweizipfel-Versuch sehr gut und fast regelmässig anschlägt auf Reizung des Nervenstämmchens, das in den Sartorius eintritt. Vor dem Versuche ist selbstverständlich festzustellen, dass die Spaltung des Muskels bis in das obere nervenlose Ende hineinreicht und dass die stärkste Nervenreizung in Folge davon nichts über den dem Hilus abgewendeten Zipfel vermag; wird dann die Wurzel der Zipfel in die Linearpresse genommen, so folgen die secundäre Zuckung oder der secundäre Tetanus jenes Zipfels den primären Contractionen vollkommen. Dass ich die Mehr-

zahl der verschiedensten Nervenreize, soweit dieselben an den zarten Nerven anzubringen waren, versucht habe, braucht nicht ausgeführt zu werden: sie waren nach Aussage der Zipfel sämmtlich von gleichartigem Effecte auf beide Muskelhälften, oder auf einen zweiten angepressten Muskel.

Eine Art vom Nerven aus erregter Contractionen verdient jedoch besondere Erwähnung, da deren secundäre Wirksamkeit nicht unbedingt zu erwarten war. Es sind dies die durch Glycerin erzeugten klonischen und tetanischen Krämpfe, welche das secundäre Nerv-Muskelpräparat bekanntlich ausserordentlich schwach erregen [1]). Man führt die Glycerinreizung am Sartorius nicht an dessen dünnem Nervenstämmchen, das derselben zu schnell erliegt, aus, sondern an der im Muskel liegenden Nervatur durch Eintauchen der Hilusgegend, unterhalb welcher zuvor ein Querschnitt anzulegen ist. Die Presse besteht zu dem Ende aus einer horizontal zu stellenden Klemme, aus welcher der primäre Muskel in das Glycerin herabhängt, während der secundäre dieselbe oben, wo er in irgend einer Weise leicht fixirt wird, überragt. Sobald der untere Muskel anfängt sich stossend zu krümmen und zu schütteln, macht ihm der obere dies genau nach, um schliesslich mit jenem in lange anhaltenden maximalen Tetanus bis zur äussersten Verkürzung zu gerathen. Wie zu erwarten, fällt dies alles ebenso aus, wenn nur der untere unvergiftet ist, was er, da es sich primär um Nervenreizung handelt, natürlich sein muss, der obere aber curarisirt ist. Curaremuskeln werden zwar im Gegensatze zu normalen durch Berühren des Querschnitts mit Glycerin zum Zucken gebracht und bewegen sich auch weiter schwach nach dem Eintauchen längerer Strecken, aber zu jenem heftigen neuromuskulären Stossen und der tetanischen Verkürzung bringen sie es nie, auch nicht, wenn sie an einer Stelle oberhalb gepresst worden sind. Dementsprechend habe ich auch bemerkt, dass sie kaum auf einen zweiten Muskel wirken. Beachtenswerth ist es nun, dass die von der Nervenreizung durch Glycerin herrührenden Contractionen, erst nachdem sie auf einen anderen Muskel übertragbar geworden sind, ähnliche starke Erregungen an

1) a. a. O. Bd. 3 S. 61.



einem angelegten Nerven erzeugen. Ich habe mich neuerdings wieder versichert, dass ein mit vorsichtiger Befestigung aufgehängter unvergifteter Sartorius in der angegebenen Weise vom Hilus aus mit Glycerin gereizt am Schenkelpräparat wohl einzelne schwache (Matteucci'sche) Zuckungen gibt, aber niemals dauernde secundäre Contractionen oder Tetanus. Das kräftigste Schlagen und ein colossaler Tetanus des Froschschenkels treten dagegen auf, sobald ein zweiter Sartorius mittels der Presse zwischen den ersten und den Schenkelnerven eingeschaltet ist. Es liegt dies aber daran, dass schon der primäre Muskel in anderer Weise auf seine von Glycerin bewirkte Nervenerregung reagirt, nachdem er an einer Stelle die Pressung erlitten, denn auch dieser gibt nunmehr denselben Erfolg am Schenkelpräparat, wenn dessen Nerv ihm kurz unter der Presslinie, so dass er selber von dem Glycerin nicht ergriffen werden kann, angeschmiegt wird.

Zur directen Muskelreizung übergehend, habe ich sogleich ein Gegenstück zum vorigen Versuche anzuführen, bei dem es sich ebenfalls um chemische Reizung handelt. Es ist dies die sehr wirksame Reizung mit Ammoniak, von der es aber bekannt ist [1]), dass sie den Muskel gar nicht zur secundären Nervenerregung befähigt. Die Zuckungen und der Tetanus oder die Contractur, welche der Sartorius auf Berührung mit sehr geringen Mengen von Ammoniakdämpfen zeigt, sind nämlich ebenso ausser Stande, einen mit ihm durch Pressen verbundenen Muskel zu erregen.

So leicht freilich der Anschein des Gegentheils entstehen kann, so überzeugt man sich doch, dass dies nur an der Schwierigkeit liegt, den secundären Muskel vor dem flüchtigen und überaus wirksamen Ammoniak zu schützen. Um dieser Gefahr zu entgehen, habe ich die Muskeln in der horizontal fixirten Presse vereinigt, dann den oberen durch zwei grosse, mit passenden Ausschnitten versehene Glimmerscheiben nach unten abgesperrt und die Fugen um die Muskeln mit Vaselin gedichtet. Nach diesen Vorsichtsmassregeln rührt sich der zweite Muskel nicht mehr, wenn sich der andere auch noch so sehr von den Ammoniakdämpfen erregt zeigt. Indess

---

1) a. a. O. S. 6.

ist dazu noch ein Umstand zu beachten: man muss die Sartorien in der längeren Pressrinne so vereinigen, dass der secundäre unten ganz von dem Pressklötzchen bedeckt wird, oder bei Benützung der zuverlässigeren Linearpresse, die nach unten hervorragende kurze Strecke des secundären Sartorius vollkommen mit Vaselin überziehen. Unterlässt man dies, so contrahiren sich beide Muskeln fast in derselben Weise, der obere aber nur deshalb, weil das Ammoniak ihn unterhalb der Presse erfasst, da die gedrückte Zone dem Durchgange der einmal erzeugten Erregungen kein Hinderniss entgegensetzt, wenigstens nicht vor Erreichung des Druckmaximums. Sehr überraschend ist es, wie langsam die in der höchsten Reaction auf das Ammoniak begriffenen Muskeln das Vermögen zu secundärer Erregung bei hinzukommenden anders gearteten Reizen verlieren, und dass sie dasselbe während der ganzen Dauer der heftigsten Contractur beibehalten. Wird der untere Sartorius in diesem Zustande von mässigen Inductionsschlägen getroffen oder durch Anlegen eines Querschnittes noch mechanisch erregt, so reagirt darauf der secundäre äusserst heftig, während man an dem primären, weil er schon maximal verkürzt ist, so gut wie keine neue Bewegung zu bemerken vermag. In letzterem Falle wirken auch beide Muskeln sehr kräftig auf angelegte Nerven. Etwas ähnliches bekommt man übrigens auch bei dem Glycerintetanus zu sehen; nur werden die Wirkungen der neu hinzugefügten Reize dort nicht so deutlich, weil schon secundäre Erfolge jeder Art vorhanden sind, so dass nur erhebliche Zunahmen derselben zur Wahrnehmung gelangen können.

Unter den chemischen Mitteln habe ich Salzsäure von 0,1 bis 0,5% und Kochsalzlösung von 0,5—1,0% probirt. Auf den frischen Querschnitt des primären Sartorius gebracht erzeugten sie dieselben Zuckungen secundär wie primär, und man konnte dies durch wiederholtes und tieferes Eintauchen oder nach dem Anlegen neuer Querschnitte bis zum Verbrauche der ganzen Muskellänge sich wiederholen lassen.

Ich wende mich zur elektrischen Reizung. Wie schon bei den Grundversuchen im Eingange dieser Abhandlung erwähnt wurde, habe ich diese Reizung in allen Formen angewendet, indem sowohl einzelne, wie tetanisirende Inductionsschläge, der constante Strom

dauernd oder dessen kurze Schliessung benützt wurden; ausserdem habe ich mich der unipolaren, punktförmig localisirten Reizung bedient.

Das Ueberraschendste bei diesen Reizungen war, dass dieselben viel schwächer zu sein brauchten, um den Muskel zur secundären Wirkung auf einen anderen zu bringen, als vorher zur Erregung eines angelegten Nerven. Wie bedeutend der Minimalreiz überschritten werden müsse um bei directer Erregung vom Sartorius aus secundäre Zuckung eines demselben im günstigster Weise mit dem Nerven angelegten Froschschenkels zu erzielen, habe ich vor längerer Zeit angegeben [1]) und ist seitdem von Biedermann[2]) bestätigt, der darin sogar die Ursache der irrthümlichen Meinung du Bois-Reymond's suchte, dass direct erregte Muskelzuckungen überhaupt secundär unwirksam seien. Bei den durch Pressen vereinigten Muskeln ist dies anders und sieht es so aus, als ob der im Vergleich zum Nerven elektrisch (wenigstens durch Inductionsschläge) bekanntlich weit weniger erregbare Muskel auf die myoelektrischen Actionsströme viel leichter reagire als ein Nerv.

Zur Prüfung dieses Verhaltens wurde von den beiden durch die Presse vereinigten curarisirten Sartorien der primäre mit der spitzen Sehne auf einen Kork und gegen zwei ober- und unterhalb etwas vor der Hilusgegend angebrachte Platinelektroden von 3 mm Spannweite befestigt, welche die Schläge des Inductoriums zuleiteten. Aus noch zu erörternden Gründen wurde die Befestigung so gemacht, dass der Muskel auch im contrahirten Zustande nicht davon gedehnt werden konnte. Nur bei den allerschwächsten Schlägen zeigte derselbe anfänglich zuweilen fibrilläres Zucken, das sich dann bezeichnender Weise nicht selten fast in gerader Fortsetzung auf den anderen übertrug, während er in den meisten Fällen auf den Minimalreiz sogleich mit einer mächtigen Contraction aller Fasern antwortete, an die sich eine eben solche Verkürzung des zweiten Muskels unmittelbar anschloss. Auf einzelne Inductionsschläge wurde ein erstes fibrilläres Zucken öfter als beim Tetanisiren, zuweilen ohne

1) a. a. O. S. 19.

2) Sitzungsber. d. Akad. d. Wissensch. zu Wien Bd. 87 1. Febr. 1883. S. 78.

secundäre Folgen beobachtet; immer genügten aber, wenn der Pressdruck richtig getroffen worden, äusserst geringe weitere Annäherungen der Inductionsrollen, um sofort bedeutende primäre und secundäre Contractionen hervorzurufen.

Wie Biedermann fand, wirkt die Reizung des Sartorius durch schwache constante Ströme zuverlässiger secundär auf Nerven, als die durch Inductionsschläge, falls nämlich der Strom an der Oberfläche ein- und an der Sehne austritt[1]), dagegen selbst unter den im übrigen für die secundäre Zuckung günstigsten Umständen gar nicht bei umgekehrter Richtung. Ich habe deshalb zunächst gerade diese Richtung gewählt und nach dem Vorgange Biedermann's den Strom eines Daniell'schen Elements mit unpolarisirbaren (Pinsel)- Elektroden von der Sehne zu- und durch die Oberfläche abgeleitet. Schliessung des Kreises hatte jedesmal auf Zuckung des ersten Sartorius auch die des zweiten zur Folge und schien daher überhaupt kein Unterschied gegen die, wie ich kaum hinzuzufügen brauche, ebenfalls sehr wirksame umgekehrte Stromesrichtung zu bestehen. Der Muskel erscheint also auch nach dieser Art primären Reizes secundär empfindlicher als der Nerv.

Für die unipolare localisirte Reizung wurde die Muskelpresse auf eine isolirte, mit dem einen Ende der secundären Spirale des Inductoriums, deren anderes Ende zur Gasleitung führte, verbundene Kupferplatte gesetzt, von welcher sich ein breiter Staniolstreifen direct unter den primären Muskel erstreckte. Auf ableitende Berührung dieses Sartorius mit einer Nadel zuckten die Muskeln nur bei äusserster Schwäche der Schläge fibrillär, dann aber bei der geringsten Steigerung der Intensität sofort beide fast maximal und in ihrer ganzen Breite.

Hiermit sind wir an einen wesentlichen Umstand gelangt, durch welchen sich die an einer Stelle gedrückten Muskeln von anderen unterscheiden. Wie ich schon erwähnte, scheinen solche Muskeln erregbarer als andere zu sein; wenn man aber die Erregbarkeit einer ausserhalb der Presse befindlichen Strecke an dem Rollenabstande des Inductoriums vor und nach dem Pressen misst, so findet

1) a. a. O. S. 16.

man keine andere Differenzen, als die unwesentlichen an jedem Muskel nach dem Herauspräpariren und nach mehrmaliger Reizung auftretenden. Die scheinbar gesteigerte Empfindlichkeit liegt eben nur darin, dass der Muskel auf die schwächeren Reize anders reagirt und zwar mit ersichtlich weit grösserer Energie, als vor dem Pressen; statt mit nur einigen hoch erregbaren oder zum Reize am günstigsten gelegenen Fasern, die bei dem fibrillären Flimmern zuerst an die Reihe kommen, reagirt er nämlich sofort oder alsbald mit allen seinen Fasern. Dass dem so sein müsse, geht fast unmittelbar aus dem Zweizipfel-Versuche hervor, bei welchem die Spaltung des Muskels, so nothwendig sie für die Entdeckung der Querleitung war, begreiflich auch wegfallen kann, weil statt der in einem Zipfel vereinigten Fasern beliebige andere im Muskel zerstreute, denselben Dienst leisten können zur secundären Erregung ihrer Nachbarn und damit auch aller übrigen. Man kann demnach mit Recht sagen, dass man den Zweizipfel-Versuch ungewollt anstelle, schon bei der Reizung des primären Muskels, wenn derselbe zur secundären Wirkung auf einen andern genügend gepresst ist; oder dass bei dem dazu gerade ausreichenden Reize nicht nur der letztere secundär zucke, sondern auch der erstere mit dem grössten Theile seiner Fasern. In jedem irgendwo richtig gepresstem Muskel verlaufen bei jeder Contraction offenbar primär erregte neben secundär erzeugten Contractionswellen.

Noch in einem andern Punkte unterscheiden sich die gepressten Muskeln: sie gerathen leichter in anhaltende tetanische, die Reizung lange überdauernde Verkürzung. Man sieht dies schon beim Pressen mit der Schraube, und wenn sich die Muskeln nach dem ersten dadurch erzeugten Tetanus wieder beruhigt haben, nach erneuter mechanischer Reizung durch einen Scheerenschnitt oder durch rasches und kräftiges Zuziehen einer Fadenschlinge. Hierbei könnte der Verdacht entstehen, dass die Reizung selber so lange anhalte, wie die Reaction, wenn nicht der Unterschied gegen das Verhalten, das man wenigstens auf die beiden letzteren Eingriffe bisher von Muskeln gesehen hat, dagegen sprächen. Die anscheinende Contractur erfolgt aber auch auf andere Reize, deren zeitlichen Verlauf wir besser kennen, nämlich auf elektrische jeder Art; am leichtesten

freilich in den nächsten Secunden nach kurzem Tetanisiren und auf Schliessung des constanten Stromes, jedoch auch sehr häufig auf einzelne Inductionsschläge und auf constante Ströme kürzester Dauer. Diese Eigenthümlichkeit braucht freilich für die secundäre Wirksamkeit auf angepresste Muskeln nicht vorhanden zu sein und sie entwickelt sich auch erst mit steigendem Drucke von der Presslinie her allmählich, um nahe der Grenze des zulässigen Druckes wieder abzunehmen, ja ganz zu verschwinden; sie unterstützt aber jene Wirksamkeit erweislich und lässt dieselbe bei gewissen Hindernissen, welche ich noch erörtern werde, erst zu. Ebenso wie die vorerwähnten Totalcontractionen auf localisirten Reiz ist die Neigung zu den die Reizung lange überdauernden Verkürzungen nur vorhanden in den mit der Presslinie verbundenen Muskelstrecken, denn beide verschwinden sofort in jedem von der Pressstrecke getrennten Muskelstücke oder wenn die Pressschraube bis zur Zerstörung angezogen wird. Beide Eigenthümlichkeiten wirken begreiflich zusammen, um den partiell gepressten Muskel so ungemein empfindlich erscheinen zu lassen: bei jedem Anfassen, worauf der normale nur mit ein paar Randfasern fast unmerklich reagirt, fährt der gepresste in seiner Unfähigkeit bündelweis zu zucken, gleich in ganzer Breite zusammen, und während der erstere an einer kleinen Last kaum rütteln würde, ist dieser im Stande, ein grosses Gewicht zu heben und indem er noch tetanisch wird, es auf eine bedeutende Höhe zu bringen und während vieler Secunden erhoben zu halten.

Die Stärke des Reizes ist zwar von Einfluss auf diese nachdauernde Verkürzung, die letztere tritt aber sehr oft schon nach recht schwachen und flüchtigen Erregungen ein, z. B. nach einzelnen fast minimalen Oeffnungsschlägen des Inductoriums und durch den Strom eines Daniell'schen Elements beliebiger Richtung. Man könnte sogar im Zweifel sein, ob nicht alle secundäre Mitthätigheit enthaltenden Contractionen wenigstens kurze Tetani statt einfacher Zuckungen seien, ein Punkt, den ich indess erst in einer anderen Mittheilung nach Vollendung bis jetzt nur begonnener myographischer Untersuchungen werde erledigen können. Wo hier zwischen Zuckungen und Tetanus unterschieden wird, muss ich daher bevor-

worten, dass es sich um Unterscheidungen durch den blossen Augenschein handelt.

Jede primär erzeugte, den Reiz überdauernde Verkürzung hat eine ebenso lange anhaltende secundäre zur Folge, nicht nur an dem zweiten Sartorius, sondern auch an einem Schenkelpräparat, dessen Nerv dem ersten oder dem zweiten Muskel angelegt ist. Wenn die Ueberführung der Matteucci'schen Zuckung in du Bois-Reymond's secundären Tetanus die Discontinuität des elektromotorischen Vorganges im rhythmisch erzeugten sog. oscillatorischen primären Tetanus bezeugt, so muss man die den Reiz überdauernde Verkürzung der gepressten Muskeln nicht als Contractur, sondern als echten intermittirenden Tetanus auffassen, was in Anbetracht der Entstehungsweise dieser anhaltenden Verkürzungen keineswegs vorauszusehen war.

Wie Hering und Friedrich [1]) gezeigt haben, gibt der vom Nerven aus erzeugte (Ritter'sche) Oeffnungstetanus keinen secundären, ebensowenig der unter Umständen während des constanten Stromes auftretende Pflüger'sche Tetanus. Im Gegensatze hierzu habe ich den entwickeltsten secundären Tetanus, bei dem der Schenkel steif und hart wurde wie ein Brett, regelmässig von beiden aus der Presse ragenden Sartorien erzielt, wenn diese selber durch den constanten Strom tetanisch wurden. Der übliche Verdacht auf Stromschleifen ist, wie ich denke, in diesem Falle vollkommen ausgeschlossen, da unsere Angaben sich ebenso auf die Tetani nach dem Strome als während desselben, wo jenes Bedenken übrigens auch unschwer abzuweisen war, beziehen.

Diese secundären Wirkungen auf Nerven habe ich unter Anderm erzielt schon mit dem schwachen Strome eines Daniell'schen Elementes und noch sehr kräftig mit der nach Biedermann für secundäre Zuckungen unwirksamen Anordnung beim Eintritte des Stromes durch die Sehne, welche Richtung dieser Autor sogar unwirksam fand, wenn der Sartorius durch Dehnung für andere Reize den höchsten Grad jener Wirksamkeit erlangt hatte. Da ich die fragliche Stromesrichtung bei wahrscheinlich bedeutend erreg-

---

1) Sitzungsber. d. Akad. der Wissensch. z. Wien Bd. 72 30. Dec. 1875.

bareren Fröschen, als Biedermann zur Verfügung waren, an ungepressten Sartorien zwar auch sehr ungünstig aber doch nicht immer oder nicht gänzlich unwirksam fand[1]), konnte die Vermuthung entstehen, dass das Pressen einer Stelle des Muskels, das diese Fähigkeit entweder erweckt oder bedeutend befördert, im Grunde auf dasselbe hinauskomme, wie eine Dehnung, welche nach Biedermann's Untersuchungen den Sartorius oft erst befähigt, angeschmiegte Nerven zu erregen. Ich habe es recht schwierig gefunden, über diese Frage, welche unser Interesse noch in einer anderen, unten zu erörternden Richtung erregen musste, zu entscheiden; nicht in Bezug auf den leicht festzustellenden mächtigen secundären Tetanus des Schenkelpräparates, sondern hinsichtlich der Einzelzuckungen. Zuweilen scheint es so, als ob ein Sartorius, der vor dem Pressen Nerven nicht erregte, es nachher zuweilen schon bei Einzelzuckungen thue; ich empfing dann aber gewöhnlich den Eindruck, als ob an die Stelle der einfachen Zuckungen sowohl primär wie secundär bereits Tetani von kürzester Dauer getreten seien, eine Vermuthung, über die ich jedoch auch bei den Zuckungen des zweiten Sartorius nebst denen des demselben mit den Nerven angelegten Schenkelpräparates ohne myographische Untersuchung noch nicht zu entscheiden vermag.

Nach den Erfahrungen über tetanische Nervenerregung seitens des gepressten Sartorius, im Gefolge vorangegangener sehr verschiedenartiger elektrischer Reizungen werden die von dem Glycerintetanus gepresster Muskeln vorhin beschriebenen mächtigen secundären Wirkungen jetzt weniger auffallen.

Die secundäre Muskelerregung beruht nicht auf mechanischer Reizung.

Wir können jetzt auf die Frage eingehen, worauf die Fortpflanzung der Erregung von einem Muskel zum andern beruhe.

1) Vielleicht liegt der Grund der Differenz, in der ich mich hier mit Biedermann befinde, in dem Umstande, dass ich die bezüglichen Versuche nur an curarisirten Muskeln angestellt habe, bei welchen, wahrscheinlich wegen der bekanntlich kräftigeren elektromotorischen Eigenschaften, sämmtliche secundären Wirkungen mächtiger sind, wie denn auch die Erregung vom Muskel zum Muskel daran intensiver und regelmässiger eintrifft, als an unvergifteten Muskeln.

Bekannte Analogien sprachen für den elektrischen Ursprung auch dieser secundären Erregung, sobald eine mechanische Wirkung auszuschliessen war. Das letztere wird zum Theil geschehen durch die später anzuführenden Versuche über die Betheiligung von Actionsströmen, ist aber sogleich durch Folgendes zu erledigen.

Der erregende Muskel kann an jeder Formveränderung und damit an dem Anschwellen in der Pressstrecke, wodurch er den Druck auf den secundären Muskel zu steigern und mechanisch erregend zu wirken vermöchte, verhindert werden durch Spannung. Je nach seiner Grösse ist der Sartorius dazu, nachdem er durch die Pressrinne gezogen und jenseits derselben gegen einen Kork gut fixirt worden, vor dem Beginn des Pressens mit 50 bis 100 g zu belasten. Der secundär zu erregende bleibt ungespannt oder darf nur so weit gedehnt werden, dass Zuckungen an ihm gut erkennbar bleiben. Zur Ausführung des Versuchs habe ich anfänglich eine horizontal fixirte Pressklemme benützt und den primären Sartorius vertical hängend belastet, noch bevor ihn die Presse berührte. Später fand ich es bequemer, den Muskel horizontal, wie gewöhnlich, zu lagern und durch einen über eine Rolle laufenden Faden mit dem Gewichte zu verbinden. Nach dem Anhängen des Gewichts wurde durch kurzes Berühren mit Elektroden probirt, ob der Muskel sich durch Tetanisiren nicht mehr verkürze, dann der zweite Sartorius in der Pressrinne aufgelegt und die Cylinderpresse angezogen oder durch Gewichte eingedrückt. Viele Male habe ich unter diesen Umständen die secundäre Zuckung oder secundären Tetanus erfolgen sehen auf elektrische und auf mechanische Reizung des gespannten Muskels, der dann in seiner eigenen Unbeweglichkeit, wie man sagen könnte, die Rolle eines Nerven an dem andern übernahm. Die mechanische Reizung bewirkte ich durch Anlegen einer bei dem spitzen Sehnenende beginnenden Reihe von Ligaturen, die den röthlichen Curaremuskel in eine zierliche Perlenkette verwandelte, deren Glieder in der Mitte eine scharf begrenzte farbige Zone zeigten. Um die nach der mechanischen Reizung auch unter diesen Umständen zuweilen sehr erheblichen secundären Effecte zu beobachten, muss man sich jedoch etwas beeilen, denn die starke Dehnung beraubt den Muskel des Ver-

mögens dazu ziemlich rasch, obschon nicht so rasch, wie für die secundäre Erregung von Nerven. Ich habe dies trotz dem interessanten Nachweise Biedermann's, dass Dehnung jenes Vermögen steigere und unter gewissen Umständen sogar erst hervorrufe, besonders hervorzuheben, da es sich bei Biedermann's Versuchen erstlich nicht um Ueberdehnung, sondern um geringere Belastungen handelte und zweitens nicht um die gleichzeitige Mitwirkung ermüdender tetanisirender Reize, auf welche in unserem Falle nicht zu verzichten war. Indess kommt es hierauf gegenwärtig kaum an: die Hauptsache bleibt, dass ein Muskel, der sich nicht mehr verkürzen und darum auch nirgends mehr verdicken kann, secundär einen andern Muskel erregt, woraus wir den Schluss ziehen, dass diese Wirkung nicht auf mechanischer Reizung beruht. Wollte man einwenden, dass der Muskel auch durch die stärkste Dehnung nicht vollkommen an aller Bewegung zu verhindern sei, was richtig ist, da man immer noch ein leises Ziehen oder Verschiebungen der Fasern gegeneinander daran bemerkt, so braucht man doch die Geringfügigkeit dieser Verziehungen nur gesehen zu haben, um zuzugeben, dass davon unmöglich mechanisch erregende Effecte auf andere Muskeln zu erwarten sind.

Mechanische Reizung als Ursache der secundären Muskelerregung ist ferner auszuschliessen durch die Thatsache, dass sich die Erregung nicht durch einen starren, aber leicht beweglichen Körper übertragen lässt. Ich legte in eine Cylinderpresse, deren Wangen jederseits durch einen Schlitz in Coulissen umgewandelt worden, eine die Rinne kreuzende Walze aus Hartgummi von 1 mm Rad., mit dünneren, in die Führung locker passenden Verlängerungen der Axe, welche ohne Widerstand zwischen den Coulissen gleiten konnten, und trennte damit die beiden Sartorien während des Pressens von einander. In keinem Falle und bei keinem Grade des Druckes entstanden in dieser Vorrichtung Contractionen des nicht direct gereizten Muskels. Um der übrigen, für das Gelingen der secundären Erregung nöthigen Bedingungen ganz sicher zu sein, wurde dieses negative Resultat damit controlirt, dass in die Presse vier Sartorien gelegt wurden, von welchen zwei unter der Zwischenwalze, die beiden andern oberhalb derselben durch den Druck vereinigt wurden.

Obwohl es jetzt sehr leicht war, auf Reizung eines Muskels immer das entsprechende Paar zum Zucken zu bringen, so habe ich doch niemals ein Paar das andere erregen gesehen.

Sind die myeelektrischen Actionsströme Ursache der secundären Muskelerregung?

Um elektrischen Wirkungen auf die Spur zu kommen, waren verschiedene Wege zu betreten. Zuerst habe ich untersucht, ob das Einschalten einerseits von Nebenschliessungen geringen Widerstandes, andererseits von Isolatoren die Wirkung aufhöben. Nebenschliessungen ausserhalb der Contactflächen rings um die vereinigten Sartorien angebracht, hatten auf die Uebertragung keinen Einfluss, denn sämmtliche Versuche gelangen genau so gut in metallenen, selbst aus amalgamirtem Zink gemachten Pressen, wie nach dem Eintauchen der einmal verbundenen Muskeln in eine grosse Menge physiologischer Kochsalzlösung. Dagegen heben alle zwischen die Muskeln gebrachten E-Leiter geringsten Widerstandes die Uebertragung vollkommen auf. Dem Vorgange Matteucci's folgend habe ich als Zwischenlager, wie schon einmal erwähnt wurde, echtes Blattgold benutzt, mit dem ich anfänglich jedoch nicht mehr Glück hatte, als der Entdecker der „inducirten Zuckung", weil das bekanntlich unglaublich dünne Metall zu leicht reisst. Als ich aber das Gold mit äusserster Sorgfalt glatt auf den unteren Muskel in 2—3 Lagen, die als mechanisches Hinderniss sicherlich noch gar nicht in Betracht kamen, zu einer continuirlich bleibenden Schicht ausgebreitet hatte, versagte die secundäre Erregung bei jeder Reizung und trotz richtig bemessenem Druck mit der Schraube oder durch Gewichte. Dass in letzterer Beziehung nichts versehen worden, verbürgten nicht nur die nach vielen Erfahrungen richtig gewählten Belastungen oder bei der Schraubenpresse das charakteristische Zucken der Muskeln durch den Druck, sondern wurde noch nachträglich bezeugt durch den sofortigen Beginn der secundären Erregung nach absichtlicher Verschiebung an den Muskeln, wobei die Goldblättchen rissen. Interessant war es dabei zu sehen, dass die Contractionen in gewohnter Weise sogleich die ganze Breite der Muskeln einnah-

men, obwohl sich beim Oeffnen der Presse ergab, dass der Contact nur an wenigen, sehr kleinen Stellen der Presslinie ein directer geworden war. Da der Druck über die ganze Muskelbreite fortdauerte, so genügte offenbar die Uebertragung an einzelnen Fasern beider Muskeln, um von diesen aus durch Querleitung jederseits unter und über dem Goldblättchen in jedem Muskel auch alle benachbarten Fasern zu erregen d. h. es hatten wieder dieselben Verhältnisse wie in dem Zweizipfel-Versuche Platz gegriffen, von dem ich kaum zu sagen brauche, dass er in metallenen Pressen ebenso gut anschlägt, wie in den gewöhnlich verwendeten aus isolirendem Hartgummi. Dass sehr dünnes Stanniol, zwischen die Muskeln gelegt, den Uebergang der Erregung noch sicherer aufhebt, als Blattgold, mag hinzugefügt werden.

Ausserdem wird die Hemmung erzielt durch dünne Schichten feuchter E-Leiter. Schon die Fascie der Aussenfläche der Sartorien kommt in dieser Beziehung in Betracht. Sie ist zwar kein grosses Hinderniss, aber unser Versuch schlägt doch etwas seltener an, wenn man die Sartorien nicht mit den Innenseiten, wie ich es mir zur Regel gemacht habe, auf einander presst. Die dünnste Baudruche-Membran, die ich finden konnte, in Salzwasser eingeweicht, ferner das Mesenterium oder die ausgespannte Lunge des Frosches erwiesen sich dagegen als absolute Hindernisse. Demnach könnte es überraschen, dass eine im Verhältnisse zu diesen dünnen Membranen sehr dicke Lage von Muskelfasern die secundäre Erregung nicht hemmt; ich führe dies aber nur an, um die Leichtigkeit des Ansprechens unseres Versuchs recht anschaulich zu machen. Man kann denselben nämlich getrost an 3 statt an 2 in derselben Presslinie vereinigten Muskeln anstellen und vom ersten aus den zweiten und dritten erregen, wenn auch nicht ganz so sicher, wie die gewöhnliche Uebertragung zu erzielen ist; sollte dies fehlschlagen, so pflegt indess der mittlere noch gut auf die beiden äusseren zu wirken. Ist dagegen das muskulöse Zwischenlager nicht selber erregbar, wie z. B. ein ausgewalzter oder auf irgend welche Weise abgetödteter, möglichst dünner Brusthautmuskel eines kleinen Frosches, so gibt es keine secundäre Erregung mehr unter den beiden Sartorien.

Ausser den E-Leitern heben alle Isolatoren die Uebertragung auf, und es ist dies zunächst in Hinsicht auf die Abweisung der Vermuthung mechanischer Reizung von ähnlichem Interesse, wie die Hemmung durch Blattgold. Die dünnsten und weichsten leidlichen Isolatoren, die es zu wählen gab, genügten dazu allerdings nicht, besonders nicht Vaselin, das beim Pressen gleich auswich und nichts an der Sache änderte. Etwas brauchbarer erwies sich Olivenöl; ich muss aber unentschieden lassen, ob es gerade als Isolator hinderlich wird. Das reinste Oel, das mir zur Verfügung stand, war nicht ganz frei von Fettsäuren; doch konnte ich aut Seidenpapier abgetrocknete curarisirte oder unvergiftete Sartorien, selbst mit Querschnitten versehen, hineinlegen, ohne dass sie zuckten oder besonders schnell abstarben. Dass das Oel für den vorliegenden Zweck und in dünner Schicht ungenügend isolire, ergab sich aus dem Eintreten der Matteucci'schen Zuckung von einem gut damit überzogenen Gastrocnemius, dem ein eben so geölter Nerv angelegt worden. Dennoch erwies es sich in vielen Fällen hinderlich gegen die Uebertragung der Erregung von einem Sartorius auf den andern, aber es ist mir dann nicht gelungen, dieselbe nach dem Abwischen des Oels und nachdem die Muskeln in Salzwasser abgespült worden, auf Zusammenpressen an einer neuen Stelle sich wieder herstellen zu sehen. Die Präparate waren also in irgend einer Weise dauernd geschädigt. Wo die Uebertragung trotz dem Oel gelang, kam zuweilen die auf den ersten Blick sehr überraschende Erscheinung zum Vorschein, die ich später, obschon seltener, unter andern Bedingungen wieder sah, dass die secundäre Zuckung mit ohne weiteres ersichtlicher bedeutender Verspätung der primären folgte. Da solche Verspätungen zuweilen auch bei dem Zweizipfel-Versuche nach dem Eintauchen der ungespaltenen Muskelstrecke in Oel und vornehmlich bei tetanischer Reaction des primären Muskels beobachtet wurden, vermuthe ich, dass es sich nur um anfangs ungenügende und erst im weiteren Verlaufe des Tetanus sich vielleicht durch Summation bis zum secundären Effecte steigernde Wirkungen handelte.

Die dünnsten und schmiegsamsten festen Isolatoren, die ich zwischen die Muskeln zu bringen wusste, bestanden in Stückchen des

feinsten käuflichen Guttapercha-Papiers, die man zu erstaunlichster Dünne auszurecken vermag, und in jenen umherfliegenden ausserordentlich dünnen Glasflittern, die man durch Zerblasen einer Glaskugel vor der Lampe erhält. Diese aus der Luft einzufangenden Flitter liessen sich vortrefflich auf den unteren in die Presse gelegten Sartorius schmiegen und verhinderten dann, ebenso wie die Guttapercha-Fetzchen den Uebergang der Erregung auf den darüber gelegten Muskel absolut. Dasselbe leisteten Stückchen aus den bekannten leichten Collodiumballons und feinste Glimmerplättchen; aber diese Dinge sind verglichen mit den vorigen recht steif und dick.

Wie wenig nach diesen Beobachtungen an dem elektrischen Ursprunge der gegenseitigen Muskelerregung gezweifelt werden dürfte, so fehlte doch zu dem Beweise dafür noch die Hauptsache: der Nachweis nämlich der Uebertragbarkeit durch eine Brücke von E-Leitern. Angesichts der sinnfälligen Mächtigkeit der Wirkung an dem physiologischen Reagens hatte ich diesen Nachweis für einfacher gehalten, als man ihn finden wird. Ueber die ersten Versuche darf ich mich wegen ihrer Resultatlosigkeit kurz fassen: es wollte durchaus nicht glücken, mit irgend einer der gewöhnlichen Ableitungen Erregungen aus einer gepressten Muskelstrecke auf einen andern gegen die Elektroden gepressten oder auch einfach an dieselben gelegten Muskel zu übertragen, und es schlug dies sogar an hoch erregbaren Nerven fehl. Demnach kehrte hier dieselbe Schwierigkeit wieder, die mir aus den zahlreichen früheren vergeblichen Versuchen, vom Sartorius, namentlich bei directer Reizung, secundäre Wirkungen mit E-Leitern auf Nerven zu übertragen, nur zu bekannt war [1]). Angesichts meiner ebenfalls älteren Erfahrung, dass secundäre Nervenerregung vom Sartorius aber schon erzielt wird, wenn der Nerv ihn mit der kleinsten Contactfläche, mit der wir denselben überhaupt an einen Muskel direct heranzubringen vermögen, nämlich mit dem Gipfel einer gedrillten Schlinge berührt [2]), meinte ich annehmen zu dürfen, dass es für die Ableitung auf möglichst kleine Spannweite der Elektroden ankomme. Um diese zu erreichen, beklebte ich eine Glasplatte mit einem Stanniolstreifen, zog darin eine

1) a. a. O. S. 24 ff.
2) a. a. O. S. 25.

Linie durch mit dem Rasirmesser und benützte ich die so gewonnenen, sich fast berührenden Elektroden als gemeinsamen Boden für zwei Pressrinnen, in die ich jeden der Muskeln legte und im erforderlichen Grade gegen die Zu- und Ableitung drückte. Der Erfolg der Reizung eines der Muskeln war an dem andern immer ein negativer und kein besserer, als ich die Stanniolstreifen mit zwei feinen, um ein Minimum von einander gerückten und befestigten amalgamirten Zinkstreifen vertauschte. Ich verfiel deshalb auf den Plan, statt der beiden Elektroden eine grössere Anzahl fast punktförmiger, gut von einander isolirt in eine Fassung zu vereinigen, deren Endflächen den beiden Muskeln anzuschmiegen wären. Die Kunst des Herrn Mechanikers Zimmermann hat dies verwirklicht und ich verdanke ihr die gleich zu beschreibenden kleinen Instrumente, die ich Mikrokabel nennen will. Es sind dies 4 mm hohe, als Zwischenklötzchen in die Muskelpresse aufzunehmende Stücke eines vierseitig prismatischen Kabels, dessen Querschnitt bei 4,5 und 3 mm Seite 13,5 qmm misst. Auf diesem Raume glückte es, 126 feinste umsponnene Kupferdrähte durch isolirenden Kitt zu vereinigen. Mit der Lupe sieht man an den beiden durch Schneiden, Abschleifen und Aetzen hergestellten Endflächen etwa 20 der kupfernen Scheibchen durch den Grad mit einander in Contact gerathen; es blieben also noch 106 Elektrodenflächen übrig, d. h. mehr als 7 pro Quadratmillimeter. Wie gut die fest in Hartgummi gefasste Vorrichtung ihren Zweck im allgemeinen erfüllte, ergab sich z. B. daraus, dass sie sich vortrefflich eignete zur Erregung eines der einen Fläche angelegten Nerven, wenn man die andere gegen einen von seinem Nerven aus erregten M. gastrocnemius drückte. Zwischen zwei Sartorien in die Presse gebracht, versagte sie aber vollständig. In der Meinung, dass die starke Polarisation der Kupferflächen bei Berührung mit den thierischen Geweben den Misserfolg verschulde, liess ich darauf ein Kabel aus Zinkdrähten, deren Endflächen amalgamirt wurden, anfertigen, von denen jedoch nur 24 in demselben Raume zu vereinigen waren; aber auch dieses leistete für unsern Zweck nichts. Die Zinkdrähte wurden darauf durch ebenso viele zusammengekittete Capillarröhrchen, die ich mit Kochsalzlösung von 0,5% füllte, ersetzt, was jedoch ebensowenig zum Ziele führte. Endlich benützte

ich diese Röhrchen, um daraus eine entsprechende Anzahl von Elektroden des viel bewährten Kochsalzthons herzustellen, was einigermassen glückte, indem ich den Thon anfänglich in ganz dünner Emulsion durchtropfen liess und den Brei nach und nach so verdickte, dass die Röhrchen sich verstopften. Darauf wurde von einer Seite her der gewöhnliche steife Thon nachgedrückt und zwischen den Endflächen mit dem Spatel, zuletzt mit dem Tuche entfernt. Dass alle Röhrchen den verlangten Dienst leisteten, will ich schon deshalb nicht behaupten, weil die Säuberung der Zwischenräume das mühsamste bei der Anfertigung war; als ich aber gegen die Röhrenenden gedrückte Muskeln mit der Lupe ansah, fand ich darauf doch eine grosse Anzahl getrennt bei einander stehender Thonfleckchen. Dieses Häufchen von Thonelektroden setzte ich auf den ersten Sartorius in die untere Pressrinne; dann brachte ich auf dasselbe den zweiten Muskel und auf diesen das obere Pressklötzchen, das mit der Schraube herabgedrückt wurde, bis beide Muskeln einmal gehörig gezuckt und kurz in Tetanus gerathen waren.

Hinsichtlich der mit dieser Vorrichtung erreichbaren secundären Erfolge kann ich behaupten, einige positive beobachtet zu haben, diese aber so ausserordentlich selten, dass ich nur mit der äussersten Reserve Gebrauch davon machen darf. Anfänglich wollte es gar nicht glücken, den secundären Muskel zur Mitthätigkeit zu bringen, und dann gelang es 2 bis 3 Mal hintereinander an einem anderen Präparat, an dem es vorher mehrere Male fehlgeschlagen war und nachher auch nicht wieder kommen wollte. In mehreren Fällen trat die secundäre Contraction sehr verspätet ein, im letzten Stadium des primären Tetanus. Da ich auf andere, als elektrische und tetanisirende Reize überhaupt keine secundären Bewegungen gesehen habe, verfehle ich nicht hinzuzufügen, dass die Muskeln an directer Berührung mit den aus der Presse überstehenden Enden durch Glimmerblättchen geschützt wurden. Nach diesen mühsamen, weil zum grössten Theil vergeblichen Versuchen, kann ich sagen, subjectiv die Ueberzeugung gewonnen zu haben, dass elektrische Vorgänge, die sich durch Thonelektroden unter gewissen zufällig günstig getroffenen Bedingungen übertragen lassen, die Ursache der secundären Erregung von Muskel zum Muskel seien: ich dürfte



mich aber nicht getrauen, den Beweis jeder Zeit zu demonstriren und muss gegen den Erfolg noch den Umstand hervorheben, dass an den gepressten Muskeln zuweilen, obschon selten, auch sog. spontane Contractionen vorkommen, die hier in Täuschungen führen können. Eine günstige Bedingung schien mir u. a. in der richtigen Feuchtigkeit der Muskeln zu liegen, die ich dadurch erzielte, dass ich die mit lymphatischer Flüssigkeit immer sehr getränkten Curaremuskeln durch Ziehen über Seidenpapier etwas abtrocknete.

Dass die von allen secundären Erregungen zuerst entdeckte Matteucci'sche Zuckung auf elektrischen Vorgängen im primären Muskel beruhe, ist bekanntlich erst von E. du Bois-Reymond bewiesen worden und zwar dadurch, dass er den secundären Nerven noch erregt werden sah, als er ihn über zwei mit dem Muskel verbundene E-Leiter gelegt hatte. Seit dem Beweise für diesen einen Fall sind die Anforderungen in späteren und anderen Fällen, wie mir scheint, weniger streng geworden und gilt im Vertrauen auf die überlegene Empfindlichkeit des thierischen Rheoskops dessen Reaction dazu ohne weiteres für hinreichend. In unserem Falle der Erregung unter Muskeln ohne Einschaltung von Nerven hatten wir jedoch vorerst eine andere Möglichkeit, als den elektrischen Ursprung auszuschliessen, nämlich die zu vermuthende mechanische Reizung, was, wie ich meine, schon mit guten Gründen geschehen ist. Wollen wir aber streng sein, so ist zuzugestehen, dass die Vernichtung des Erfolges durch Einschalten von Isolatoren oder auch von Nebenschliessungen, doch nur diese eine Möglichkeit beseitigt und die elektrische Hypothese keineswegs allein übrig lässt; denn wer könnte verbürgen, dass nicht irgend welche chemischen Erreger von einem Muskel zum andern übergehen, von denen es nach den Erfahrungen über die erstaunliche Wirkung des Ammoniaks z. B. nur der geringsten Spuren bedürfte und welche durch ein Goldblättchen oder von einem Guttapercha-Häutchen sicherlich auch ferngehalten würden.

Das thierische Rheoskop hat seine Ueberlegenheit über die galvanoskopischen Einrichtungen von Menschenhand eingebüsst, seit ihm in dem Lippmann'schen Capillarelektrometer ein, sowohl in Bezug auf minimale Potentialdifferenzen wie auf den zeitlichen

Verlauf elektrischer Vorgänge mindestens gleichwerthiger Concurrent erwachsen ist In einem Punkte aber übertrifft das Froschpräparat einstweilen alle unsere Erfindungen, und dieser besteht in der vollendeteren Application, die es zulässt. Indem es Elektrode und Galvanoskop zugleich und an jeder Stelle ist, indem kaum messbaren Strecken an einer Sartoriusfaser, z. B. zum Empfange des Stromes und zur Reaction auf denselben unmittelbar bereit sind und ein mächtiges Phänomen, wie die Zuckung der ganzen Muskelfaser sich sogleich daranschliesst, können wir Aufschlüsse von dem Präparate erwarten über Potentialdifferenzen, die räumlich so nahe bei einander liegen, dass keine noch so feine künstliche Elektroden deren Uebertragung an irgend ein Instrument und auch an keinen mit jenen erst zu verbindenden Muskel oder Nerven zulassen würden.

Es gibt einen zierlichen Versuch, der die Vortheile der directen Anlage von Nerven oder Muskeln an von sehr kleinen verschieden gerichteten E-Strömchen durchflossene Massen schlagend demonstrirt; ich meine den von du Bois-Reymond[1]) gelegentlich angestellten des Einbettens eines frischen Muskels in ein Gemenge von Zink- und Kupferfeilspähnen, in welchem dieser Forscher einen Gastrocnemius sich unter lebhaftem Zucken zu Tode arbeiten sah. An einem Sartorius, den man noch curarisiren kann, sieht man die Zuckungen, durch die er sich in die Masse förmlich einwühlt, vielleicht noch besser und es geht dieser zarte Muskel dabei auch sehr bald zu Grunde, übrigens wohl nicht an seinen Zuckungen, sondern weil sich Zink auflösen wird, dessen Salze ihm gefährlich sind. Ein Nerv in das Gemenge gelegt, versetzt seinen Muskel in klonische Krämpfe, die sich bei jeder Erschütterung erneuern, und wenn man ihn von den anklebenden Spähnchen bedeckt herausnimmt, so ist das Präparat gegen Anblasen oder Stossen fast so empfindlich wie ein mit Strychnin vergifteter Frosch. In dem Metallgemenge gibt es nun auf kleinem Raume überall Ströme, die auf den Muskel oder Nerven von Punkt zu Punkt wirken können und bei jeder Erschütterung, welche der Muskel selber besorgt, geschlossen und geöffnet oder compensirt werden, so dass Erregung eintritt. Senkt man aber metallene Elektroden, deren anderes Ende dem thierischen

1) Unters. über thier. Elektricität Bd. 2 S. 68.

Rheoskop angelegt ist, in das Gemenge und rührt man dieses um, so sind die Wirkungen auf den Nerven sehr schwach und auf den Muskel Null, da es begreiflich in der elektromotorisch ungeordneten Masse nahezu gleichviel Ströme von entgegengesetzter Richtung gibt, die sich gegenseitig aufheben. Dagegen helfen auch unsere Mikrokabel nicht, deren eine Seite man auf den Spähnen umherschleifen konnte, ohne dass die andere auch nur einen darauf gelegten Nerven erregte. Nur als das Gemenge mit schwacher Kochsalzlösung gut befeuchtet worden, wirkten darin versenkte und bewegte Elektroden jeder Art sowohl auf Muskeln wie auf Nerven. Die durchströmten Strecken mussten sich nun durch Verfeinerung des Pulvers der beiden Metalle noch bedeutend verkürzen lassen, so dass die gegenseitige Compensation der Ströme immer vollkommener und fast absolut werden konnte. In der That habe ich dies erreicht, indem ich die Feilspähne durch käuflichen Zinkstaub und das feinste Kupferpulver ersetzte, das durch Pulvern und Schlemmen galvanoplastisch ausgeschiedenen Kupfers erhalten war. Von einem Gemenge dieses Staubes wurde ein Nerv nicht mehr erregt, den ich darin umherschleifte, und ein Sartorius zeigte darin kaum erkennbares Flimmern, sicher nicht mehr als in dem Zinkpulver allein. Dass das Gemenge nicht passiv war, sah man sogleich nach dem Uebergiessen mit verdünnter Kochsalzlösung, worin alsbald Gasentwicklung begann, die sich viele Tage hindurch fortsetzte. Einmal befeuchtet erwies sich der Metallstaub jedoch auf Nerven fast so wirksam, wie die Spähne, dagegen immer noch wenig auf hineingelegte Muskeln, die auch durch Elektroden keiner Art von dem Breie aus zu erregen waren.

Mit diesen einfachen Versuchen vor Augen wird man es begreiflich finden, dass auch ein elektromotorisch sehr aktives thierisches Gewebe unter Umständen direct angelegte Nerven oder Muskeln auf elektrischem Wege stark zu erregen vermöchte, ohne dass wir im Stande wären, etwas von dieser Wirkung durch Leitungen zu übertragen, oder dass dies nur gelegentlich durch einen seltenen Zufall einmal glücken würde; und in einem solchen Falle könnten wir uns bei einem gepressten Muskel befinden.

Zum Unglück für die Erledigung unserer Frage ist nun hinzuzufügen, dass gepresste Muskeln nahezu unwirksam sind auf Nerven.

Gänzlich gegen mein Erwarten erwies sich das Zusammenpressen des Sartorius mit dem N. ischiadicus als die ungünstigste Combination zur Erzeugung secundärer Zuckungen des Schenkels auf Reizung des Muskels. Ich hatte ähnliche Versuche schon vor längerer Zeit gemacht und beschrieben [1]) aber niemals unter solchem Druck, wie er für die Uebertragung der Erregung vom Muskel zum Muskel nöthig ist. Der Schenkelnerv war einfach zwischen zwei Sartorien gelegt, die zwischen zwei Glasplatten zusammengedrückt wurden, bis sie sich nicht mehr gegen den Nerven verschieben konnten. Unter diesen Umständen war durch Reizung an den herausragenden Muskelenden die secundäre Zuckung des Schenkels sehr kräftig eingetreten. Als ich den Versuch in den neuen Muskelpressen wiederholte, versagte der Nerv in der Regel von dem Augenblicke an, wo die Muskeln anfingen auf einander zu wirken oder die Bewegungen des Schenkels auf Reizung der Sartorien wurden äusserst schwach.

Die Ausführung des Versuches geschah so, dass ich auf den ersten Muskel zwei Glimmerblättchen mit vorspringendem Zahn von beiden Seiten der Pressrinne her einschob, welche eine 3 — 4 mm lange Muskelstrecke allein unbedeckt liessen. Auf diese Lücke kam der Nerv, entweder gestreckt, parallel der Muskelfaserung oder zu Schlingen gebogen; darauf wieder zwei Glimmerblättchen mit ebensolcher Lücke, auf welche der andere Sartorius gebettet wurde. Gewöhnlich dienten Pressen mit 5 mm langer Rinne; ich habe aber auch die Cylinderpresse benützt und die den Nerven vor den ungepressten Theilen der Muskeln schützenden Glimmerstücke bis hart an die Presslinie vorgeschoben. Wie sich bald zeigte, durfte der Nerv nicht mit soviel Schlingen zwischen die Muskeln gebracht werden, dass er dieselben ganz von einander trennte; doch trat der Uebergang des Reizes zwischen den Muskeln noch ein, wenn die Contactflächen schon sehr beschränkt worden. Wurde die Schraube bis zum richtigen Druck angezogen, so pflegte der Schenkel gegen den Druckreiz mit zu reagiren und musste seine Beruhigung nebst der der Sartorien erst abgewartet werden. Wenn ich dann zur Reizung eines der Sartorien durch einzelne oder sich rasch folgende

---

1) a. a. O. S. 4.

Inductionsschläge, oder zu der zuverlässigsten mechanischen Reizung durch Schneiden oder Unterbinden schritt, versagte der Schenkel in der sehr überwiegenden Mehrzahl der Fälle gänzlich oder seine Zuckungen waren ungemein schwach, während die Muskeln nach jeder dieser Reizungen kräftig auf einander reagirten. Gegen diese Ergebnisse kann eingewendet werden, dass der Nerv unter der Presse mehr leide als die Muskeln, was namentlich bei längeren Pressstrecken auch zutrifft, wie sich aus Reizversuchen an der centralen aus den Glimmerplatten herausragenden Nervenstrecke ergab. Wenn man sich aber mit dem Probiren beeilt, so sieht man häufig genug ein vortreffliches Ansprechen des Schenkels auf leichten Reiz am Plexus und doch keine Bewegung daran auf Reizung der Sartorien. Um dem Einwande noch besser zu begegnen, habe ich endlich die zunächst für sich erfolgreich zusammengepressten Muskeln aus der Presse genommen, von einander gelöst, den Nerv dann erst zwischen sie gelegt und nun wieder mit leichtem Drucke von 200—300 g, der dem Nerven zwischen den beiden Muskelpolstern nicht schadete, vereinigt; aber gerade darauf wurde am seltensten Erregung des Nerven durch die Muskeln erzielt. In diesem Falle reagirten freilich die Muskeln noch nicht wieder aufeinander; sie thaten es aber nachträglich auf stärkeren Druck.

Wenn der Nerv durch elektrischen Reiz jeder Art wirklich erregbarer wäre, als der Muskel, so würde in diesem Verhalten ein starker Grund gegen die Annahme des elektrischen Ursprungs der secundären Erregung unter Muskeln liegen. Ich verfehle deshalb nicht, an den analogen Fall der secundären Wirkungen des Schildkrötenherzens zu erinnern, dessen Schlag gewöhnlich den Nerven unerregt lässt, während es einen angelegten curarisirten Sartorius in praesystolisches Zucken versetzt [1]).

Verhalten der gepressten Muskelstrecke.

Zur Untersuchung der gepressten Muskelstrecke übergehend, habe ich zuerst hervorzuheben, dass der angegebene hohe Druck durchaus erforderlich ist, damit ein Muskel erregend wirke, während

---

1) a. a. O. S. 86.

das damit verbundene Anschmiegen an den zweiten Muskel eine andere Bedeutung hat. Gleich anfänglich, als ich mich noch der Korkpressen bediente, bemerkte ich, dass der obere Muskel, der gewöhnlich der stärker abgeplattete war, sich häufig allein activ verhielt, indem er den andern sehr gut erregte ohne von diesem erregt werden zu können, und dass erst Verstärkung des Druckes die gegenseitige Wirkung möglich machte. Durch Pressen mit Gewichten liess sich dies schärfer feststellen.

Ich wählte z. B. zwei 8 cm lange curarisirte Frösche und bestimmte für die beiden linken Sartorien den zur gegenseitigen Wirkung in der Cylinderpresse erforderlichen Druck = 275 g. Hierauf wurde die Presse geöffnet, der obere Muskel vorsichtig fortgenommen und an seine Stelle einer der rechten Sartorien mit derselben Strecke aufgelegt. Jetzt genügten 75 g, um den unteren auf den oberen wirken zu lassen, während dieser jenen erst erregte, als die Belastung um 150 g vermehrt wurde, also 225 g betrug. In einem andern Falle wurde ein einzelner Sartorius gepresst, bis localisirte Reizung am Rande Zuckung in seiner ganzen Breite hervorrief, zum Zeichen, dass die secundäre Querleitung in ihm begann, wozu er 125 g brauchte. Nun wurde der andere Sartorius desselben Frosches auf die eben erzeugte Presslinie gelegt; bei 100 g wirkte darauf der untere schon mächtig auf den oberen, indess erst bei abermals 125 g der obere auch auf den unteren. Man kann nach diesen und zahlreichen übereinstimmenden Erfahrungen, die mir vorliegen, nicht zweifeln, dass der Druck den Muskel erst in den Zustand der secundären Wirksamkeit auf andere Muskeln versetzt, und dass dieser Zustand sich einige Zeit nach dem Drucke noch erhält, während die Empfänglichkeit für die von ihm ausgehende Erregung einem andern Muskel schon bei erheblich geringerem Drucke zu Theil wird, für welche es des Druckes an sich vielleicht gar nicht bedürfte, wenn derselbe nicht das einzige Mittel wäre, um den reagirenden dem erregendem innig genug anzuschmiegen.

Nichts kann überraschender sein, als die Indolenz einer gepressten Muskelstrecke, von der man soeben erst die stärksten erregenden Wirkungen hat ausgehen sehen, gegen Reize. War der Druck dem Maximum nur genähert, so zeigt sich die abgeplattete

Stelle des Sartorius von trockenem, glanzlosem Aussehen, und wenn man den Muskel an irgend einer andern Stelle kräftig reizt, so nimmt die Pressstrecke an der Contraction kaum Antheil und reagirt auch nicht viel besser, wenn man ihr die Electroden des Inductoriums direct aufsetzt. In vielen Fällen geht auch die Erregung von der einen oder der andern Seite nicht mehr durch die Pressstrecke hindurch oder nicht mehr von ihr aus nach beiden Seiten weiter. Allerdings gilt dies nicht für sämmtliche Fasern, da die Strecke sich nicht in ihrer ganzen Breite gleichmässig afficirt zeigt, aber den Eindruck gewinnt man fast regelmässig, dass nach recht erfolgreichem Versuch gerade die wirksam gewesenen Theile der Muskeln dem Verenden nahe sind, wie sie denn auch Nerven nicht mehr secundär erregen im Gegensatze zu ihrer ungepressten Nachbarschaft. Da jedoch die Folgen des Pressens allmählich kommen und sich auch nach dem Aufhören des Druckes noch weiter entwickeln könnten bis zur Vernichtung vielleicht der secundären Wirksamkeit, so waren die Leitung und die Erregbarkeit der Pressstrecke innerhalb der Presse selbst zu untersuchen.

Ueber die Erhaltung der Leitung in der Pressstrecke ist nicht zu urtheilen, indem man z. B. nach dem Nächstliegenden greifend, jeden der Muskeln zu beiden Seiten der Presse herausragen liesse, um nachzusehen, ob die Fortsetzung des primären noch mitzucke bei Reactionen des secundären, denn statt dessen könnte man einen der Muskeln ebenso gut in der Pressstrecke quer durchschneiden oder den Versuch statt an 2 mit 3 Sartorien anstellen. Wenn man nämlich zwei Sartorien mit den oberen kurzen und breiten Sehnenenden kaum aneinanderstossend auf den Boden der Presse legt und den dritten so darüber, dass er beiderseits aus der Pressrinne herausragt, so sieht es nach Vereinigung des Präparats durch den breiteren Pressstempel, bei Reizung eines der vier vorstehenden Theile so aus, als ob die beiden unteren Sartorien, die sich gar nicht am Fleische berühren, die Erregung aufeinander leiteten, während es doch nur der dritte Muskel ist, der diese Leitung vermittelt. Bei nur 2 Muskeln würde demnach die Leitung durch die Pressstrecke in einem ganz vernichtet sein können und der jenseits befindliche Antheil doch noch mitzucken, weil derselbe die Erregung von dem secun-

dären Muskel, der über ihn hinausragt, empfinge. Zur Entscheidung über die Leitung bedarf es also eines einzigen Muskels, und zwar nimmt man einen auf ²/₃ seiner Länge gespaltenen Sartorius, dessen ungetheilte Strecke so in die Cylinderpresse kommt, dass sie jenseits noch genügend herausragt. An diesem Präparat zeigt das secundäre Zucken eines Zipfels sehr genau den Zustand an, in dem noch Querleitung von Faser zu Faser im Niveau der Presslinie herrscht, während jede Bewegung des jenseitigen ungetheilten Endes das Fortbestehen der Leitung bekundet. Wer Erfahrung in diesen Beobachtungen gewinnt, wird nicht zweifeln, dass die Leitung auch für starke Reize völlig unterbrochen sein kann, bevor die secundäre Wirkung aufhört und besonders habe ich mich davon überzeugt bei allmählichem und vorsichtigem Pressen durch Gewichte. Ist der die Leitung aufhebende Druck einmal erreicht, so schwinden nachträglich die secundären Phänomene wohl immer, aber es bedarf dazu oft mehrerer Minuten. Beide kehren, einmal vernichtet, nach dem Aufhören des Druckes nicht wieder.

Um die Erregbarkeit der Pressstrecke zu prüfen, habe ich sowohl die Form des Zweizipfel-Versuchs, wie die Anordnung mit zwei Muskeln gewählt oder auch nur einen ungespaltenen Muskel verwendet, bei dem dann auf die schlagendere Feststellung der Querleitung verzichtet werden musste. Da die Elektroden mit in die Presse aufzunehmen waren, musste die längere Pressstrecke von 5 mm verwendet werden. Als Elektroden dienten zwei feine platte Platinstreifchen im Abstande von 2,5 mm, deren Enden seitlich durch die Wangen der Pressrinne geführt worden. Gepresst wurde mit Gewichten. Gleichzeitig wurde auch die Erregbarkeit einer Muskelstrecke ausserhalb der Pressrinne bestimmt, zu welchem Zwecke der Muskel auf ein paar besondere, den vorigen gleiche, in eine Korkplatte eingelassene Platinelektroden mit Nadeln befestigt wurde. Die Bestimmung der Erregbarkeit geschah in der bekannten Weise, dass die Minimalreize durch allmähliches Annähern der Inductionsrollen am Schlittenapparate aufgesucht wurden, in diesem Falle an zwei Inductorien, von denen eines zur Erregung der gepressten, das andere zu der der ungepressten Muskelstrecke diente.

Hierbei ergab sich, dass die Erregbarkeit in der Pressstrecke

anfänglich steigt, später bedeutend sinkt, letzteres aber zu einer Zeit, wo die secundäre Erregung noch stattfindet. Betrug z. B. der Rollenabstand bei dem Anfangsdrucke von 25 g 290 bis 305 mm, so genügten unter dem Drucke von 125 g 350 mm, unter 325 bis 525 g die schwächsten Schläge bei 410—435 mm Abstand, während bei 725—1025 g die Rollen wieder auf 300 und selbst auf 170 mm genähert werden mussten, um noch schwache Zuckungen zu erzielen. Diese Veränderungen galten jedoch nur für die Pressstrecke, nicht für die ausserhalb derselben gelegenen Theile des Muskels, wo ich zwischen den oben erwähnten Bestimmungen an dem zweiten (schwächeren) Schlitten nur Schwankungen von 175—160 mm ablas und bei den höchsten Drucken nur bemerkte, dass die Rollen auf 135—70 mm genähert werden mussten, um auf die ersten secundären und fortdauernd eingetretenen primären Zuckungen weitere secundäre folgen zu lassen. Im letzteren Stadium bedurfte es dieser stärkeren Reize auch zum Hervortreten der scheinbaren Erhöhung der Erregbarkeit, insofern der Muskel dann erst wieder die mächtigen, breiten, leicht in Tetanus übergehenden Contractionen auf die einzelnen Inductionsschläge zeigte, welche das Zeichen seiner inneren secundären Erregung waren. Bemerkenswerth ist es, dass zur selben Zeit, wo diese Folgen der Querleitung sich unter dem geeigneteren, niederen Druck zuerst schon bei schwacher Reizung bemerklich machten, auch die Contractionen in dem oberen, innerhalb der Presse nicht direct auf den Electroden liegenden Muskel begannen, woraus man wohl schliessen darf, dass dieselben, da es sich noch um Minimalreize handelte, nicht herrührten von directer Erregung durch die von den Elektroden kommenden und den unteren Muskel durchsetzenden Stromschleifen, sondern von der Erregung des letzteren Muskels und demnach secundärer Erregung ihren Ursprung verdankten.

Woher die Zunahme der Erregbarkeit während der Steigerung des Druckes komme, wird schwer sein, zu entscheiden. Anfänglich dürfte es sich nur um den Einfluss der Verbesserung des Contactes durch vollkommeneres Anschmiegen des Muskels gegen die Elektroden handeln, also nur um ein scheinbares Steigen der Erregbarkeit; da die letztere aber mit dem Drucke immer weiter steigt, während

eine Verbesserung jenes Contactes kaum mehr möglich scheint, wird anzunehmen sein, dass Drücke von einer gewissen erheblichen Grösse die Erregbarkeit des Muskels wirklich erhöhen.

Diese Ergebnisse können auf den ersten Blick denen der vorerwähnten Reizversuche an der aus der Presse herausgenommenen gedrückten Strecke, bei denen ich zunächst keine Erhöhung der Erregbarkeit zu finden vermochte, widersprechend erscheinen. Indess ist zu erwägen, dass der Muskel wie vertrocknet aus der Presse kam und dass die Elektroden dann nicht nach Willkür in die Stelle eingedrückt wurden. Presst man aber die Muskeln nur soweit zusammen, dass das secundäre Phänomen gerade bemerkbar wird, so kann man die Pressstrecken auch nachträglich ausserhalb der Presse gut erregbar und bei mässigem Andrücken der Elektroden selbst erhöht finden. In dem andern Punkte jedoch, dass es ein Stadium gibt, in dem die secundäre Wirkung noch erfolgt, während die Erregbarkeit für Inductionsschläge in der Pressstrecke bedeutend herabgesetzt ist, stimmen die Ergebnisse beider Prüfungsarten unmittelbar überein.

Es fragt sich nun, was das Wesentliche sei, wodurch die gepresste Muskelfaser die merkwürdige Wirkung auf andere erwirbt. Seit Biedermann den freilich noch ebenso unerklärt gebliebenen Einfluss der Dehnung auf das Vermögen des Muskels, angelegte Nerven zu erregen, gefunden hat, war zu untersuchen, ob ein Sartorius durch Dehnung etwa auch die Fähigkeit erlange, einen andern Muskel zu erregen. Ich befestigte deshalb den Muskel in der schon beschriebenen Weise auf einer Seite der Cylinderpresse mit Nadeln gegen einen Kork und dehnte ihn von der andern Seite her durch Gewichte, die ich von 5—100 g allmählich vermehrte. Der zweite Muskel lag ungedehnt auf dem ersten und wurde nach dessen Dehnung durch die Gewichtspresse aufgedrückt. Falls die Dehnung denselben Einfluss hätte, wie der Druck, setzte ich voraus, dass jetzt ein geringerer Druck auf beide Muskeln erforderlich sein würde, um auf Reizung namentlich des gedehnten Uebertragung der Erregung auf den andern zu erzielen. Indess habe ich vorwiegend in diesem Sinne ausfallende oder überhaupt erhebliche Differenzen

der erforderlichen Minima des Drucks nicht zu finden vermocht, da der untere Muskel durchaus nur nach den früher angegebenen starken Drucken wirksam auf den andern wurde. Dennoch mag bei Biedermann's Beobachtungen etwas Hierhergehöriges im Spiele sein, da Dehnung der Muskeln auf den contractilen Inhalt der elastischen Sarcolemmschläuche, welche durch die Verlängerung enger werden müssen, einen Druck ausüben wird. Dieser Druck reicht aber bei keinem Grade und selbst bei der höchsten, den Muskel an der Verkürzung vollkommen hindernden Spannung nicht aus, um ihm die Wirksamkeit des gepressten gegen andere Muskeln zu ertheilen. Da der stärker gepresste Muskel der wirksamere ist, hätte ich mich mit diesen Versuchen, in denen der gespannte, wenigstens von dem Momente an, wo er sich nicht mehr verkürzen konnte, als Erreger zu dienen hatte, begnügen können; ich habe aber in einer weiteren Versuchsreihe auch den andern gedehnt, indess, so lange Prüfungen auf die Zusammenziehung noch ausführbar waren, nicht wahrnehmen können, dass die secundäre Erregung unter geringerem Druck zu erzielen gewesen wäre, als gewöhnlich. Als schliesslich beide Muskeln einmal gänzlich an der Verkürzung verhindert und darauf wieder freigegeben waren, fand ich sogar, dass sie besonders starken Druckes bedurften, um die jetzt überhaupt mangelhaft gewordene primäre und secundäre Reaction erkennen zu lassen.

Sieht man sich recht kleine Sartorien, an denen unser Experiment soeben erfolgreich ausgeführt worden, unter dem Mikroskope an, so findet man die Pressstrecke sehr durchsichtig und mit quer zur Muskelfaserung verlaufenden Runzeln des Bindegewebes bedeckt, welche die Einsicht in die contractile Substanz sehr erschweren. Zu beiden Seiten sind die Fasern dunkler, trübe und stark verdickt, so dass die ganze veränderte Strecke aus drei Zonen zusammengesetzt erscheint: aus einer mittleren hellen, glasigen (der Presslinie), eingeschlossen von zwei dunklen. In den letzteren und noch etwas darüber hinaus erkennt man schon bei schwacher Vergrösserung ziemlich grosse spindelförmige Anhäufungen einer trüben Masse, welche vorwiegend axial in den Muskelfasern liegen und sich bei

stärkerer Vergrösserung aus Körnchen zusammengesetzt zeigen, die den Eindruck machen, als bestünden sie aus verschobener, von der Presslinie hergekommener und zu deren beiden Seiten angehäufter Sarkoglia. Genauere Untersuchungen an unmittelbar nach dem Pressen gehärteten Muskeln behalte ich mir vor.

Die verdickten Zonen, welche die abgeplattete Stelle einnehmen, bieten dem unbewaffneten Auge das Aussehen der sog. idiomuskulären Wülste und können den Gedanken aufkommen lassen, dass die localisirten Contracturen, als welche jene von den Muskeln der Warmblüter besonders bekannten Wülste aufzufassen sind, das wesentliche seien für die erregenden Eigenschaften sowohl, wie für die eigenthümliche Erregungsempfänglichkeit gepresster Muskeln, eine Annahme, welche noch darin eine Stütze finden könnte, dass ich die Pressstrecke des Sartorius am Galvanometer immer negativ fand gegen deren Nachbarschaft. Unwahrscheinlich wird aber diese Parallelisirung durch den schon erwähnten Umstand, dass nur die Pressstrecke und nicht deren weniger afficirte Nachbarschaft, welche allein die Wülste enthält, der Ort der secundären Erregung ist. Indess konnte man sich auch die abgeplattete Strecke noch als in Contractur, richtiger in dem dieser zukommenden Erregungszustande begriffen vorstellen, wenn man erwägt, dass der Druck die Muskelbewegung hindern kann, den Erregungszustand aber nicht aufzuheben braucht, sondern einen solchen sogar erzeuge. Ich habe deshalb nicht unterlassen, an Säugermuskeln den Einfluss der idiomuskulären Wülste auf die Ausbreitung der Muskelcontractionen zu untersuchen, was ziemlich einfach auszuführen war am Zwerchfell des Kaninchens. Das Thier wurde nach reichlicher Vergiftung mit Curare durch künstliche Athmung am Leben erhalten, die gesammten Baucheingeweide nach Unterbindung der grossen Gefässe unterhalb des Zwerchfells entfernt, so dass dieses vollkommen zugänglich wurde und darauf dessen Muskulatur mit in der Faserrichtung aufgesetzten Elektroden tetanisirend gereizt. Bei nicht zu starken Inductionsschlägen contrahirten sich immer nur schmale Streifen, und es änderte sich darin nichts, als ich in geringer Entfernung vom Reizorte mit einem kantigen Instrumente quer zur Faserung Drucklinien zog, auf die sich sofort lange anhaltende idiomuskuläre Wülste

erhoben. Bei diesem negativen Resultat will ich der Beobachtung übrigens keinen entscheidenden Werth beimessen, da wir noch nicht wissen, ob die Erregung vom Muskel zum Muskel überhaupt bei Säugethieren vorkommt. Deshalb habe ich noch einige Versuche an Froschmuskeln gemacht, die den Zweck hatten, das Pressen durch etwas anderes zu ersetzen, um zu sehen, ob hinter der Veränderung durch Druck nicht irgend ein andauernder Erregungszustand stecke, vielleicht bedingt durch allmähliches Absterben der contractilen Substanz oder gebunden an eine besondere Art der Abtödtung, in welchem Falle die Wechselwirkung der Muskeln z. B. auf Summation hätte beruhen können. Um Contractionen zu erzeugen, habe ich Ammoniakdämpfe und die neuromuskuläre Reizung durch Glycerin benützt und um deren Bedeutung oder Mitwirkung zu prüfen, nachgesehen, ob die davon ergriffenen Muskeln nach geringerem Pressen als sonst auf einander zu wirken vermöchten. Die Ausführung geschah so, dass ich die Sartorien zunächst ohne Druck in der Presse vereinigte, einen oder beide mit den genannten Mitteln in dauernde Contraction versetzte, und darauf andere Reize, wie Inductionsschläge oder mechanische Reize durch Anlage von Ligaturen oder Querschnitten hinzufügte, während die Presse allmählich belastet wurde. Ich habe unter diesen Umständen nicht bemerkt, dass secundäre Wirkungen unter geringerem Drucke als gewöhnlich erfolgt wären, obgleich die neuen auf die Contractur gleichsam aufgesetzten Zuckungen an den direct gereizten Muskeln sehr gut zu sehen waren und die secundären äusserst kräftig hinzutraten, nachdem der Druck erst die unter andern Umständen auch erforderliche Grösse erreicht hatte.

Ebenso resultatlos sind meine Bemühungen geblieben, den Druck durch verschiedene Arten der Abtödtung zu ersetzen. Ein geeignetes Verfahren dazu schien dieses: Der Muskel wurde in zwei Zipfel gespalten, an diesen aufgehängt und deren herabhängende Wurzel in physiologische Kochsalzlösung von 40—45° C. getaucht oder in Chlorkalium von 0,5 %. Beide Behandlungen machen die Muskelstrecken nach Hermann [1]) und nach Biedermann [2]) be-

1) Archiv f. d. ges. Physiol. Bd. 4 S. 167.

2) Sitzungsber. d. Akad. d. Wissensch. z. Wien 19. Febr. 1880.

kanntlich auch stark negativ gegen die unberührten Theile. Während das Muskelstück abstarb, wobei die Zipfel öfter lebhaft zuckten, konnte ich in den verschiedensten Stadien probiren, ob Tetanisiren eines der Zipfel den andern mit errege; ich habe es unter diesen Umständen niemals gesehen.

Um endlich die Frage nach der Summation nicht unberührt zu lassen, habe ich den unteren Sartorius in der schon erwähnten Weise innerhalb der Presse tetanisirt, aber mit schwachen, zu seiner Erregung gerade nicht hinreichenden, unterminimalen Inductionsschlägen, während der andere allmählich aufgepresst wurde. Die Erwartung, dass die secundäre Wirkung, in diesem Falle durch mechanische Reize, mittels Unterbindung von Stellen ausserhalb der Presse während eines schwächeren Pressdruckes zu erzielen sei, wurde ebenfalls getäuscht.

Hiernach ist gegenwärtig nicht anzugeben, welche inneren Vorgänge der in dieser Abhandlung mitgetheilten eigenthümlichen Veränderung der Muskelfaser durch Druck zu Grunde liegen.

Aus der myographischen Bearbeitung des Gegenstandes, deren Mittheilung ich einer andern Gelegenheit vorbehalte, führe ich jetzt nur an, dass kein merkliches Zeitintervall zwischen dem Uebergange der Erregung von einem Muskel auf den anderen zu liegen scheint, da die von dem langen Bande eines durch eine sehr leichte Presse hergestellten Doppel-Sartorius erhaltenen Zuckungscurven, deren Hubhöhen begreiflich enorm sind, keine auf dergleichen deutende Knicke oder unerwartete Formen zeigen.

Ob der Erregung der Muskelfasern untereinander allgemeinere Bedeutung, besonders unter normalen Verhältnissen, zukomme, bleibt zu untersuchen. Unmöglich scheint dies nicht, wo contractile Elemente in sehr innigem Contacte entweder constant durch die Spannung des Gewebes oder vorübergehend durch die Wirkung eines Theiles der Muskulatur selber unter Druck vereinigt sind oder werden, wie es für die glatten Muskeln und für das Herz zutreffen könnte. Für beide Muskulaturen ist der Uebergang der Erregung von einem contractilen Elemente zum andern, ohne Vermittlung von Nerven,

durch eine Kittsubstanz, die gewiss ein geringeres Hinderniss als das Perimysium oder die Facien des Sartorius bilden würde, bekanntlich schon aus andern Gründen behauptet worden. Mit der Querleitung könnte endlich auch den vereinzelten Muskelfasern geholfen werden, welche der Nervenendigung nach meinen [1]) älteren, neuerdings durch Sandmann [2]) sogar mit Hilfe der Goldmethode bestätigten Angaben, ganz entbehren.

---

1) Ueber d. periph. Endorgane d. motor. Nerven 1862.
2) Archiv f. Anatom. und Physiol. Physiol. Abth. 1885. S. 240.

Die Wärmeregelung beim Neugeborenen.

Von

Robert W. Raudnitz in Prag.

Die Besonderheiten des fieberhaften Zustandes im Kindesalter lassen weitere Untersuchungen des Wärmehaushaltes in der ersten Lebenszeit nützlich erscheinen. Andererseits darf man durch dieselben eine Förderung unserer Kenntnisse von dem Zustandekommen und von der stammesgeschichtlichen Entwicklung der Wärmeregelung erwarten. Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Wärmebeweglichkeit der ersten Lebenstage und der Wärmeregelung beim Neugeborenen, doch hat ein Theil der Erwägungen für die Wärmelehre des Kindesalters überhaupt Bedeutung; an vielen Stellen beziehe ich mich auf die Ergebnisse früherer, dieselbe betreffenden Forschungen. Aus diesen beiden Gründen schicke ich meinen eigenen Untersuchungen eine sichtende Zusammenstellung der bisherigen Beiträge zur Wärmelehre des Ungeborenen, des Säuglings und des Kindes voraus, welche nebstdem den Selbstzweck verfolgt, zur Berechnung der Wärmebeweglichkeit die Stundenschwankungsgrössen anzuempfehlen und rücksichtlich des eigenthümlichen Wärmeganges der ersten Lebenswoche eine einheitliche Erklärung zu begründen.

I. Allgemeiner Theil.

1. Die Wärmeverhältnisse der Frucht.

Solange man mit Lavoisier die Lungen als Ort der Wärmebildung ansah, musste man eine solche bei der Frucht im Mutter-

leibe leugnen, wie dieses Schütz-Autenrieth[1]) aus ihren geschichtlich bemerkenswerthen, aber wegen der groben Fehlerquellen unzuverlässigen Versuchen an Katzenfötus folgerten, und z. B. Küttner noch 1853 gethan hat. Der Nachweis einer selbständigen Wärmeerzeugung des Hühnchens im Ei, den v. Bärensprung 1851 geliefert hat, war demnach nicht nur für diese besondere Frage entscheidend, sondern von allgemeiner Bedeutung für die Wärmelehre. Seit wir aber die thierische Wärme als Folge der sich überall im Körper abspielenden Stoffwechselvorgänge ansehen, bedarf es nicht mehr der durch zahlreiche Fehlerquellen erschwerten thermometrischen Untersuchungen, sondern es genügt der Erweis von Stoffwechselvorgängen zur Entscheidung der Frage, ob die Frucht im Mutterleibe selbständig Wärme erzeuge. Die unmittelbare Beantwortung durch Nachweis von Wärmeunterschieden zwischen Mutter und Frucht besitzt heute nur den Werth einer Gegenprüfung. Nun wird der selbständige Stoffwechsel der Frucht schon durch das Bestehen der fötalen Harn- und Gallenabsonderung wahrscheinlich, bewiesen wurde er durch den von Cohnstein und Zuntz beobachteten höheren Kohlensäuregehalt des Nabelarterienblutes. Was dagegen den unmittelbaren Beweis der fötalen Wärmeerzeugung betrifft, so könnte er durch eine Vergleichung der Blutwärme in den zu- und abführenden Nabelschnurgefässen unumstösslich geliefert werden; die anderen bisher unternommenen Versuchsanordnungen aber lassen schwerwiegende Einwände gegen ihre Beweisfähigkeit zu. Man hat die selbständige Wärmeerzeugung der Frucht auf dreierlei Art zu beweisen gesucht: durch Vergleichung der Körperwärme der Frucht mit jener der Mutter, durch Vergleichung der Wärme abgestorbener und lebender Früchte und endlich durch Vergleichung der Uterustemperatur bei abgestorbener und lebender Frucht.

---

1) Bei der Nothwendigkeit, dieselben Quellen wiederholt anzuführen, hat es mir zweckmässiger geschienen, die Literaturangaben am Schlusse alphabetisch zusammen zu fassen. Wo verschiedene Arbeiten ein und desselben Forschers genannt werden, sind dieselben dort und im Texte durch römische Ziffern unterschieden worden.

Wir gehen auf die Versuche der eben bezeichneten Reihenfolge nach genauer ein. Wenn Roger die Achselhöhlenwärme zweier eben Geborener um 0,5—1,0° höher fand als jene der Mütter, so haben diese Beobachtungen, abgesehen davon, dass Roger seine Thermometer immer zu kurze Zeit liegen liess, für unsere Frage darum keinen Werth, weil der Neugeborene noch wie die Frucht eine über den ganzen Körper ziemlich gleichmässig vertheilte Wärme besitzt, während die Achselhöhle des Erwachsenen kälter als seine inneren Theile ist. Also selbst wenn der Neugeborene im Ganzen etwas kälter als der Fruchthälter der Mutter wäre, müsste seine Achselhöhle dennoch wärmer sein als jene der Mutter. In den entgegengesetzten Fehler, dessen Grösse jedoch nach dem soeben Gesagten geringer ist als der von Roger begangene, verfiel Andral, welcher die selbständige Wärmeerzeugung der Frucht zu bezweifeln scheint, weil er die Uterushöhle um 0,1—0,2° wärmer fand als die Achselhöhle des eben geborenen Kindes. Die Vergleichung der Mastdarmwärme des Neugeborenen mit der Mastdarm- oder Scheidenwärme der Mutter, welche v. Bärensprung, Schäfer, Wurster, Sommer, Lépine, Jacobi, Bonnal[1]) angestellt haben und hierbei erstere meist etwas höher fanden, die Vergleichung der Mundwärme des noch ungeborenen Kindes mit der Temperatur der Scheide (Hennig, Alexeeff), dem Mastdarme der Mutter (Alexeeff), endlich die vergleichenden Messungen im After des in Steisslage vorliegenden Kindes und in der Achselhöhle, dem Mastdarme oder der Scheide der Mutter (Wurster, Alexeeff, Sommer, W. O. Priestley), welche fast ausnahmslos ein Mehr für das Kind ergaben, besitzen noch immer keine volle Beweiskraft, weil die Wärme des schwangeren Uterus die an

1) Der kindliche Mastdarm war nach v. Bärensprung 6 mal wärmer, 4 mal ebenso warm, 6 mal kälter; nach Schäfer 16 mal wärmer, 5 mal gleich warm, 2 mal kälter; nach Wurster 51 mal wärmer, 8 mal gleich warm, 27 mal kälter als die Scheide der Mutter; nach Sommer bei schwächeren Neugeborenen in 60% wärmer, in 13,3% gleich warm, in 26,6% kälter, bei mittelstarken in 82,6% wärmer, in 4,4% gleich warm, in 13% kälter und endlich bei sehr starken in 82,5% wärmer, in 7,5% gleich warm und in 10% kälter als der mütterliche Mastdarm.

den vorgenannten Stellen des mütterlichen Leibes gemessene übertrifft, und nur mit jener eine Vergleichung statt haben soll.

Grössere Bedeutung ist demnach jenen Angaben v. Bärensprung's, Schröder's, Alexeeff's, Wolff's und Priestley's beizulegen, bei welchen sie die Uteruswärme zum Vergleichspunkte wählten. Ersterer fand die Bauchwärme des im Fruchthälter liegenden Kaninchen- und Hundefötus nicht höher, als die Uteruswärme des Mutterthieres. Schröder beobachtete bei dem Kinde Pütz 3 Min. p. p. eine Mastdarmwärme von 38,43°, während die Uteruswärme der Mutter 3—10 Minuten p. p. 38,2° betrug. Alexeeff hat in zwei Fällen von Gesichtslagen die Mundwärme des Kindes jedesmal um 0,3° höher als die Uteruswärme der Mutter gefunden. Wolff fand die Wärme der Uterushöhle nach der Geburt eines nicht ausgetragenen Kindes höher, nach der eines reifen Kindes niedriger, als die Mastdarmtemperatur des eben Geborenen. Priestley bestätigte an Kaninchen und Katzen die Angaben Schröder's.

Die zweite Art der Beweisführung hat Fehling II unternommen. Er untersuchte bei mehreren Steisslagen die Aftertemperatur der Frucht und nach der Geburt die Uteruswärme und fand jene bei faultodten Früchten (Fall I, VII, XIII) um 0,1—0,15° niedriger, bei einem lebenden Kinde (Fall XVIII) aber um 0,3° höher als diese.

Diese Art der Beweisführung scheint mir die vertrauenswürdigste zu sein, während eine dritte keine unumstössliche Sicherheit gewährt.

Es haben nämlich v. Bärensprung und Schröder darauf aufmerksam gemacht, dass der schwangere Fruchthälter wärmer sei, als der nicht schwangere, und diese Temperatursteigerung auf die selbständig von der Frucht erzeugten Wärmemengen bezogen. In der Folge haben Cohnstein und Fehling II dieses Zeichen sogar als Erkennungsmittel des Lebens der Frucht empfohlen, indem bei lebender Frucht die Uteruswärme höher als die der Scheide sei. Eine selbständige Wärmeerzeugung der Frucht könnte aber in dieser Weise nur dann bewiesen werden, wenn das Wärmemehr schon kurze Zeit nach dem Absterben der Frucht verschwinden würde, da es sonst aus dem vermehrten Blutzuflusse und dem ge-

steigerten Stoffumsatze der Muskeln des Uterus erklärt werden könnte. In Wirklichkeit aber bleibt der Uterus noch eine Zeit lang nach dem Fruchttode wärmer als die Scheide, was Cohnstein II aus der nur allmählichen Wärmeabgabe und aus der wahrscheinlichen postmortalen Temperatursteigerung der Frucht erklärt.

Ueberblicken wir nochmals das Gesagte, so dürfen wir wohl die selbständige Wärmeentwicklung der Frucht aus dem Nachweise der fötalen Stoffwechselproducte erschliessen, der unmittelbare Erweis aber scheint nur in der an zweiter Stelle genannten Versuchsanordnung Fehling's erbracht zu sein.

Jedenfalls ist die Wärmebildung nur eine ganz geringe, weil die Wärmeabgabe eine beschränkte ist, wie letzteres Preyer (I S. 363) auch durch den Versuch bewiesen hat. Preyer leugnet die Möglichkeit jeder Temperaturempfindung und damit jede Wärmeregelung der Frucht, was Luys bestreitet, der angibt, dass man vom vierten Fruchtmonate an durch Abkühlung des Uterus Kindesbewegungen auslösen könne. Weitere Schlüsse auf die Wärmeverhältnisse im Fruchtleben werden die Besonderheiten gestatten, welche frühzeitig geborene Früchte darbieten. Wir wollen aber auf diese Verhältnisse erst dann eingehen, sobald wir das von den Wärmeverhältnissen des reifen Neugeborenen bisher Bekannte dargelegt haben werden.

2. Die Geburtstemperatur und der Wärmegang der ersten Lebenswoche.

Freilich haben die meisten Angaben aus dieser Zeit eine derartige Breite, dass deren Verwerthung als Vergleichsgegenstand überhaupt in Frage kommt, wie dies sofort bei der Bestimmung der Geburtstemperatur ersichtlich wird. Die meisten Beobachter haben die Messungen an Kindern fiebernder Mütter ebenso zur Berechnung einer Mittelzahl verwandt, als die an vorzeitig geborenen, während doch nur jene vollkommen reifen, von gesunden Müttern stammenden und in der ersten Woche gesund bleibenden Neugeborenen hier in Betracht kommen dürfen, welche nicht asphyctisch geboren werden, durch keine länger währende Austreibungszeit abgekühlt worden sind, (Sommer freilich bezweifelt den Ein-

fluss dieses Momentes), und deren Mastdarmwärme sofort nach dem Durchschneiden des Afters gemessen wurde. Erst aus einer Anzahl derartig gewonnener Ziffern lassen sich verwerthbare Mittelzahlen ableiten. Dagegen werden durch kritiklose Berechnung von Mittelzahlen aus allen zufälligen Beobachtungen, wie dies besonders Sommer geübt hat, ganz fehlerhafte Ergebnisse gewonnen. So folgert Sommer, dass schwache Kinder eine etwas niedrigere Geburtstemperatur besitzen, als mittelstarke, aber nach eben seinen Mittelzahlen würden sich diesbezüglich die beiden Geschlechter verschieden verhalten, was doch Niemand ernstlich vertheidigen würde.

Da aber die bisher vorliegenden Angaben über die Geburtstemperatur [1]) den oben genannten Bedingungen lange nicht Genüge leisten, so kann man von dieser nur mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit aussagen, dass sie bei gesunden, ausgetragenen Kindern gemeinhin zwischen 37,6 und 37,8° liegt. Dagegen lässt sich nach dem Bisherigen ihre physiologische Breite noch nicht feststellen, und deshalb auch nicht entscheiden, ob sie von der Entwicklung und Reife der Frucht in ganz bestimmter Weise abhänge.

Unzweifelhaft ist es dagegen, dass es unter den gewöhnlichen Verhältnissen sofort nach der Geburt zu einem beträchtlichen Sinken der Körperwärme kommt, welches auch ohne das erste Bad eintritt (Schütz, Wolff), wenn es auch durch letzteres gesteigert und beschleunigt wird. (Förster I). Dieser erste Abfall wird als erstes Minimum bezeichnet [2]). Dagegen gehen über den auf das

---

1) Die von den einzelnen Beobachtern mitgetheilten Zahlen für die Geburtstemperatur sind: Roger: (Ax.) 36,75—37,75°, v. Bärensprung: 36,57—39,01°, Mittel 37,7°, Schäfer: 37,2—38,4°, Mittel: Knaben 37,8°, Mädchen 37,5°, Squire: 36,82°, Wurster: 36,5—38,5°, Mittel: 37,5°, Lépine: 37,5°, Quinquaud: Ausgetragen 37,8—40,0°, frühgeborene über 1500 g 37,8—38,2°, vorzeitige unter 1500 g 37,7—38,0°, Fehling I: Ausgetragene 37,6—38,9°, Knaben 38,32°, Mädchen 37,99°, annähernd reife 37,4°, Alexeeff: 37,9°, Sommer: 37,0—38,5°, Mittel: 37,72° und zwar: I. Schwächere: Knaben 37,82°, Mädchen 37,63°, Mittel 37,72°. II. Mittelstarke: Knaben 37,70°, Mädchen 37,83°, Mittel: 37,76°. III. Starke: Knaben 37,72°, Mädchen 37,62°, Mittel: 37,67°, Wolff: 37,85—37,90°, Erőss I: spätabgenabelte 37,1—38,1°, Mittel: 37,62°, frühabgenabelte 36,9—38,2°, Mittel: 37,57°, Bonnal: 37,6—38,3°.

2) Ueber die Tiefe und den zeitlichen Verlauf des ersten Minimums liegen folgende Angaben vor: v. Bärensprung: 36,07—37,82°, Mittel: 36,82°, Förster I:

erste Minimum folgenden Wärmegang die Mittheilungen schroff auseinander. Auf der einen Seite steht Andral mit seiner, freilich durch keine Beobachtungsreihen belegten Behauptung, dass sich der Neugeborene von der zweiten Lebensstunde an in Bezug auf seine Körperwärme genau so wie der Erwachsene verhalte — die entgegengesetzte Meinung vertritt Jürgensen, indem er sagt: „In der ersten Zeit des extrauterinen Lebens ist die strenge Gesetzmässigkeit des reiferen Alters nicht vorhanden, die Körperwärme bewegt sich innerhalb weiterer Schranken und unabhängig von der Tageszeit“. Als vermittelnde Anschauung mag man die von v. Bärensprung, Förster, Wolff und Eröss vertretene betrachten, nach welchen der Wärmegang der ersten Lebenswoche von einer breiten, zweigipfligen Wellenbewegung beherrscht wird, während die Tagesschwankungen sich ganz allmählich neben jener kenntlich machen.

Die gegenüber den drei Beobachtungsreihen Jürgensen's verhältnismässig sehr grosse Zahl der von den letzgenannten Forschern untersuchten Personen lässt diese Angaben als gehörig gesichert erscheinen. Doch wird die endgültige Entscheidung der Frage, ob wir es hier thatsächlich mit der gesetzmässigen Entwicklung zu thun haben, durch die Anwendung der fehlerhaften Methode, Mittelzahlen aus Beobachtungen an verschiedenen Kindern zu berechnen, hinausgeschoben. Ich muss auf die Fehlerquellen dieser Berechnungen hier näher eingehen.

Erstens verhalten sich frühgeborene und schwache Kinder ganz anders, als vollkommen reife und kräftige, so dass die gefundenen Mittelzahlen verschieden ausfallen müssen, je nachdem, welche der beiden Gruppen im Beobachtungsmateriale überwiegt. Das Beginnen Eröss' II und III, die Frühgeborenen von den Reifen bei Aufsuchung der normalen Temperaturcurve abzusondern, ist daher ebenso richtig, als das von ihm wiederholt zum Ausdrucke gebrachte Be-

---

36,21° innerhalb der ersten zwei Stunden, Schäfer: 36,85°, Lépine: starke Kinder 36°, schwache 33°, Sommer lässt das Minimum in 2—4 Stunden erreichen, Schütz: rasches Fallen in der ersten Viertelstunde, tiefster Stand 2 Stunden p. p. Wolff: 35,9° eine halbe Stunde p. p. Eröss I: in 1—4 Stunden und zwar spätabgenabelte 34,9—36,9°, Mittel: 35,8°, frühabgenabelte 35—36,6°, Mittel: 35,89°, Kinder über 3500 g um 1,4°, von 3000—3500 g um 1,9° von 2000 bis 3000 um 1,9°, Edwards: siebenmonatliche Frucht 2—3 Stunden p. p. 32°.

denken über die thatsächlich vollkommene Gesundheit der von anderen Beobachtern gemessenen Säuglinge, da in diesem Alter schon geringere und kaum beachtete, krankhafte Vorgänge den Gang der Wärme merklich beeinflussen. (Siehe noch unten S. 469).

Weit bedeutender ist es aber, dass sich während der ersten Tage die Eigenart des Einzellebens im Wärmegange ausspricht, weil in dieser Zeit, worauf ich gelegentlich meiner eigenen Untersuchungen zurückkommen werde, zweierlei äussere Einwirkungen mit einander im Kampfe liegen: eine für alle Neugeborenen gleiche, dieselbe, welche auch die Tagesschwankungen des Erwachsenen bedingt, und eine ausgesprochen individuelle, welche in der Abkühlung nach der Geburt gelegen, von der Geburtszeit abhängt, also für jeden Neugeborenen eine andere ist.

Letzteren Umstand haben schon die ersten Beobachter berücksichtigt und darum ihre Zahlen nach zwei Formeln geordnet, indem sie einmal von der Geburtszeit an, das andere Mal aber nach Erdtagen rechneten und aus beiden Reihen die Mittel zogen. In den weiteren Literaturangaben unterscheide ich deshalb Tage p. partum und Lebenstage (gleich Erdtagen) oder Tage schlechtweg.

Doch hat uns dieses Auskunftsmittel keine grössere Klarheit gebracht, vielmehr bleibt der von Jürgensen betretene Weg, welcher den Wärmegang des Einzelwesens verfolgt, der allein verlässliche, und nur auf ihm wird man zur entscheidenden Prüfung der bisherigen Angaben gelangen. Insolange man nicht den angeblich typischen Wärmegang der ersten Lebenswoche an jedem reifen, gesunden Neugeborenen, welcher sich unter gewissen mittleren Bedingungen befindet, nachweisen kann, Abweichungen vom Typus aber aus bestimmten Umständen zu erklären vermag, so lange wird immer noch der Verdacht zu bekämpfen sein, als ob diese Gesetzmässigkeit auf zufälligen, wenigstens auf anderen, als den bisher vermutheten Ursachen beruhe.

Gehen wir nun auf die einzelnen Angaben ein. Dem ersten Minimum lassen v. Bärensprung, Förster und Eröss ein erstes Maximum [1]) folgen, worauf die Körperwärme bis zu einem zweiten

1) v. Bärensprung: 36 Stunden p. p. 37,55°, Förster I: 30—36 Stunden p. p. 37,59°, Eröss II: zweiter Tag 37,2°, bei Kindern von 3050—4550 g 37,8°, bei schwächeren erst am dritten Tage 37,14°.

Minimum [1]) am 3.—5. Lebenstage sinken soll, das auch in der Einzelcurve nachzuweisen ist, während das zweite Maximum [2]) zwischen den 5. und 8. Lebenstag nur schwer im Temperaturgange des einzelnen Kindes, wohl aber durch Berechnung aus grösseren Reihen sichtbar wird.

Ob und wann zuerst sich auf diesen breiten Wellen die Tagesschwankungen deutlich geltend machen, darüber scheinen mir die bisherigen Angaben ein ganz unzuverlässiges Material beizubringen. v. Bärensprung fand bei den nach der Geburtszeit geordneten Ziffern keine Regelmässigkeit in dieser Richtung, dagegen findet er sie bei den nach Erdtagen geordneten schon vom zweiten Lebenstage an, aber die Körperwärme fällt nach diesen Mittelzahlen nicht jedesmal vom Abend bis zum nächsten Morgen, sondern sie steigt vom vierten bis achten Tage stetig, so dass natürlich die Abendtemperaturen höher liegen müssen, als die Morgentemperaturen desselben Tages, aber um die typische Tagesschwankung handelt es sich dabei nicht. Nach Förster's I Durchschnittszahlen würde die Abendtemperatur schon vom zweiten Tage an höher sein, als am nächstfolgenden Morgen — mit Ausnahme der Steigerung vom fünften auf den sechsten Tag — aber die Curven der einzelnen Kinder lassen die Tageswelle nur hie und da in den späteren Tagen erkennen. Denselben Widerspruch zwischen dem Temperaturgange des einzelnen Kindes und den Durchschnittszahlen kann man bei Berechnung letzterer auch aus den von Schäfer mitgetheilten Messungen nachweisen. Deshalb vermag ich auch den Mittheilungen späterer Beobachter, welche ihren Berechnungen das Einzelmaterial nicht hinzufügten, keinen grösseren Werth beizulegen. Dazu weichen auch

1) Mignot: 4. Tag 37,52°, Roger: 3. Tag 36,5°, v. Bärensprung: 3. Tag p. p. 37,8°, 4. Lebenstag morgens 37,25°, Förster I: 4. Lebenstag 37,10°, Jürgensen: 4. Lebenstag Kind x 37,10°, Kind z 36,67°, Wolff: 4. Tag 36,91°, Erőss II: 5. Tag 37,07°, bei stärkeren Kindern 37,12°, bei schwächeren 37,0°, bei Frühgeburten ist das zweite Minimum nur ausnahmsweise kenntlich, (Erőss III).

2) Roger: 7. Tag 38,4°, v. Bärensprung: 6. Tag p. p. 37,82°, 7. Lebenstag abends 37,74°, Förster I: 5—5½ Tag p. p. 37,29°, 6. Lebenstag abends 37,4°, Fehling: nicht constant, Sommer: 8. Tag abends 37,39°, bei schwächeren Kindern 6. und 7. abends 37,46° und 37,5°, bei starken 7. abends 37,51°, bei mittelstarken nicht kenntlich. Wolff: 6. Tag, Krüger: Kind II. 7. Tag, Erőss II: 8. Tag 37,11—37,2°.

die einzelnen Autoren zu sehr von einander ab. Squire meint, dass die tägliche Variation kaum zu beobachten sei, weil die Wärmecurve durch Schlaf und häufige Nahrungsaufnahme weit stärker beeinflusst werde. Sommer sieht die Tageswelle regelmässig vom sechsten Tage an, bei mittelstarken und starken Kindern aber schon vom zweiten Tage an, die Mittagstemperatur ist nach ihm höhêr, als die am Abend. Schütz und Wolff finden letztere immer höher als die Morgentemperatur, Eröss II lässt die Körperwärme von 6 Uhr morgens bis mittags fallen und bis Mitternacht steigen. Die Unzulänglichkeit ihrer Angaben haben Förster und Eröss eingesehen. Ersterer spricht von der Misslichkeit, Beobachtungen, die nicht ganz unter gleichen Verhältnissen stehen, in dieselbe Morgen- oder Abendrubrik zu bringen, und Eröss meint: „Diese Daten berühren blos einzelne Zeitpunkte und können einigen Werth höchstens hinsichtlich etwaiger Orientirung beanspruchen. Und das muss ich um so mehr hervorheben, weil ich nach eingehender Ueberprüfung des Temperaturganges der 100 Neugeborenen zu der Ueberzeugung gelangt bin, dass in den Tagesschwankungen bei in so weit von einander fallenden Zeitpunkten vorgenommenen Messungen kein System herrscht, was am klarsten auch der Umstand beweisen wird, dass ich nach eingehendem Forschen unter den 100 Fällen keinen einzigen fand, mit dem ich in dieser Publication denselben fluctuirenden Verlauf illustriren könnte, welcher auf Grund der auf Durchschnittswerthen fussenden Daten einige Wahrscheinlichkeit gewinnt. Auf Grund meiner Untersuchungen kann ich die Frage bloss als berührt und nicht als gelöst betrachten, ihre endgiltige Lösung kann erst erzielt werden, wenn die Messungen wenigstens stündlich oder noch schneller aufeinander vorgenommen werden, damit auch selbst der geringste Uebergang der Aufmerksamkeit sich nicht entziehe." Weit wichtiger als eine noch grössere Häufung der Einzelmessungen scheint mir der vollständige Bruch mit der Methode der Mittelzahlen aus Beobachtungen an verschiedenen Kindern. Daneben mag die Ausschaltung der durch das Bad hervorgerufenen Wärmegangswelle bei künftigen Untersuchungen von Bedeutung sein, worauf ich in meiner vorläufigen Mittheilung und später auch Eröss aufmerksam machten.

Versuche zur Erklärung des typischen Wärmeganges.

Ich will hier sofort auf die Versuche eingehen, welche zur Erklärung der Entstehung der zweigipfligen Wochenwelle gemacht worden sind. Es handelt sich dabei um eben so viele Einzelfragen, als die Welle Hebungen und Senkungen hat, da die bisherigen Beobachter entweder nur einzelne der Zeiten oder jede auf andere Weise zu deuten unternommen haben, bis jüngstens Eröss einen einheitlichen Gesichtspunkt angedeutet hat.

Vom ersten Minimum hat schon v. Bärensprung nachgewiesen, dass es nicht bloss die Folge der Abkühlung durch das erste Bad sein könne, nachdem durch die Bäder der nächsten Tage ein kleinerer Abfall erfolge. Letztere Thatsache wurde von Sommer bestätigt, welcher das erste Minimum mit Unregelmässigkeiten der noch nicht in Gang gekommenen Athmung in Zusammenhang zu bringen scheint und sich dabei auf den bedeutend stärkeren Wärmeabfall bei asphyctischen Neugeborenen stützt. Nach eben dieser Richtung bewegt sich Förster, der offenbar unter der Nachwirkung der Lavoisier'schen Anschauungen die Ursache „vorzugsweise in der gänzlichen Veränderung der Lebensverhältnisse und wieder vorzugsweise in der noch ungenügenden Erwärmung des Körpers durch die Respiration“ sucht. Die folgenden Beobachter haben die nur nebensächliche Betheiligung des ersten Bades dadurch bestätigt, dass sie die Temperatursenkung auch ohne dasselbe auftreten sahen (Schütz, Wolff, Eröss I), sie suchen auch die Ursache des ersten Minimums nicht mehr in der mangelhaften Athmung. Wolff zieht zwar diese auch zur Erklärung heran, spricht aber noch von „der durch die Abnabelung herbeigeführten plötzlichen Circulationsstörung, welche naturgemäss die Wärme herabsetzt“, ohne dass er sich des Klareren über seine Anschauungen äussert. Auf weit gesicherterem Boden steht er aber und mit ihm Andral, Eröss, wenn sie in einfacher Weise auf den grossen Wärmeverlust durch Ausstrahlung und Verdunstung des Fruchtwassers in den ersten Lebensstunden zurückkommen. Nur darüber scheint man sich noch nicht mit genügender Schärfe ausgesprochen zu haben, warum dieser Wärmeverlust zu einem so bedeutenden Temperaturabfalle führt, während er zweifelsohne in

wenig späterer Zeit bei genau derselben Stärke keine so grosse Temperaturerniedrigung hervorrufen würde. Eröss spricht von relativer Wärmeinsufficienz, womit doch nur die bekannte Thatsache umschrieben wird, versucht aber wenigstens eine bestimmte Erklärung, wenn er darauf hinweist, dass die Haargefässe der Haut in Folge der Einwirkung der äusseren Luft und mechanischer Reize in den ersten Stunden bedeutend erweitert sind. Seitdem Rosenthal und Nassaroff die Anpassung der Warmblüter an Erwärmung und Abkühlung erwiesen haben, scheint mir kein Zweifel mehr darüber zu walten, worauf das erste Minimum beruhe. Der Neugeborene, der zum ersten Male in seinem Leben einer Abkühlung unterliegt, kann seine Körperwärme sicher nicht in dem Grade erhalten, wie er es schon in den nächsten Lebenstagen thut. Ob aber der Neugeborene in den ersten Lebensminuten überhaupt über den Mechanismus der Wärmeregelung verfüge, ob er denselben kenne, das ist eine Frage, die noch zu besprechen sein wird.

Das erste Maximum hat Eröss II als blosse Folge des ersten Minimums aufgefasst und also, ohne es nachdrücklich auszusprechen, der „zweiten Nachwirkung" Jürgensen's gleichgestellt

Das zweite Minimum hängt nach Förster I und Wolff nicht mit dem Abfalle des Nabelschnurrestes zusammen[1]), aber auch eine Beziehung zur allmählichen Gewichtsabnahme in den ersten Tagen vermochte letzterer nicht festzustellen, wogegen Eröss sowohl diese, als auch die Unzulänglichkeit der Nahrung für das zweite Minimum verantwortlich macht, aber ausserdem von einer neuerlichen Reaction auf das erste Minimum spricht, welche er ganz unnöthiger Weise mit einem „Rückfalle der vegetativen Lebensfunctionen" verquickt, „dessen Manifestationen wir unstreitig zu beobachten Gelegenheit haben". (?)

Am reichlichsten fliessen die Vermuthungen über das Zustandekommen des durch Beobachtung am wenigsten sicher gestellten dritten Maximums. v. Bärensprung erklärt es aus der

1) Ueber den Einfluss der Nabelschnurunterbindung auf die Körperwärme liegen Angaben von Wurster und Eröss I vor; ersterer sah keine Wirkung derselben, letzterer konnte nach dieser Richtung keinen Unterschied zwischen früh- und spätabgenabelten Kindern finden.

Gewichtszunahme, was Fehling I widerlegte. Hennig II wollte es aus dem Verschlusse fötaler Gefässe und Oeffnungen ableiten, worüber Förster und Wolff nicht entscheiden möchten. Eröss II stimmt v. Bärensprung zu, indem er vor Allem die genügende Nahrungszufuhr zu Ende der ersten Woche hervorhebt.

Eben die Verschiedenartigkeit der Erklärungsversuche lässt ihre Unzulänglichkeit hervortreten; hält man damit zusammen, dass ihre Berechtigung und Stichhaltigkeit nicht am Einzelwesen geprüft worden sind, so fällt der ganze Bau der Vermuthungen zusammen. Weit mehr Erfolg scheint mir die Prüfung der von mir vertretenen Anschauung zu versprechen, nach welcher die zweigipflige Wochenwelle eine langsam abklingende Compensationswelle bedeutet, welche durch die erste, grosse Abkühlung ausgelöst wird. Dafür spricht vor allem der Umstand, dass die Welle immer niedriger wird, bis das dritte Maximum überhaupt nur undeutlich sichtbar ist. Dafür sprechen noch andere Thatsachen. Bei schwachen Geschöpfen dürfte, weil sie langsamer reagiren, jede Welle breiter, die einzelnen Zeiten länger ausfallen, und wirklich lässt Eröss (I, 377) das erste Maximum von schwächeren Kindern später erreichen. Frühgeburten, denen man, wie ich weiterhin beweisen will, eine ungenügende Wärmeregelung zuschreiben darf, werden überhaupt keine regelmässige Compensationswelle hervorbringen, und so lässt ihnen auch Eröss das zweite Minimum und das zweite Maximum ganz fehlen. In ähnlicher Weise wird diese Hypothese weiter zu prüfen sein, sobald man erst die Methode der Berechnung der Mittelzahlen verlassen hat und an der Beobachtung des Einzelwesens festhält. Die typische Wochenwelle darf bei jenen Neugeborenen nicht fehlen, die keinen andern als den durch Kindspech- und Harnentleerung und die Wasserverdunstung bedingten Gewichtsverlust erleiden, sie wird bei jenem Kinde eines gleich kräftig entwickelten Zwillingspaares deutlicher verlaufen, bei dem das erste Minimum durch eine besonders starke Abkühlung vertieft worden ist. (S. auch unten S. 444 Anmerk. 2 bei Förster.)

Die Wärmelabilität der ersten Tage.

Bevor man aber neuerlich an solche Untersuchungen herantritt, und deshalb habe ich selbst die bezüglichen Experimente vorläufig bei Seite gelassen, muss zuvörderst eine Frage nach allen Seiten hin erörtert und beleuchtet werden, von deren Beantwortung die Verlässlichkeit und Verwerthbarkeit der einzelnen am Neugeborenen angestellten thermometrischen Messungen abhängt — die Frage nach der Wärmeunstetigkeit (Wärmelabilität) in der ersten Lebenszeit. Man muss feststellen, ob die weiters zu nennenden zufälligen Temperaturschwankungen nicht jede thermometrische Beobachtung des Einzelwesens unsicher machen, es sind jene Vorsichtsmassregeln zu finden, welche die in der Wärmelabilität gelegenen Störungen der Versuche nach Möglichkeit ausschliessen. Wir haben uns an dieser Stelle nur mit den bisherigen Angaben über die Wärmelabilität der ersten Lebenswoche zu befassen. Man hat als Wärmelabilität mehrere Erscheinungen zu begreifen, welche inneren und äusseren Zusammenhang besitzen, oder vielmehr dieselbe kann in verschiedener Weise festgestellt werden, und zwar: 1. durch zufällige Messungen an verschiedenen, gleichaltrigen Personen; je grösser die Wärmebeweglichkeit des Einzelnen ist, um so breiter werden auch die Unterschiede bei verschiedenen Personen ausfallen können. An ein und demselben Individuum vermag man die Wärmelabilität nachzuweisen 2. durch die Breite der Angabe über seine Körperwärme überhaupt, 3. durch die Breite der Tageswelle, 4. durch das Auftreten von Wärmeschwankungen ohne ersichtliche Ursache und endlich 5. im ursprünglichen Sinne des Wortes durch die Veränderlichkeit der Körperwärme unter dem Einflusse äusserer oder innerer Einwirkungen.

ad 1. Was die Breite der Körperwärme der ersten Lebenswoche betrifft, so glaube ich nicht, dass man auf die von den verschiedenen Autoren gemachten Angaben ein Urtheil gründen darf. Man hat eben kranke und gesunde, frühgeborene und reife Kinder untereinander geworfen, und die so gefundenen Werthe lassen keine Vergleichung mit jener physiologischen Wärmebreite des Erwach-

senen zu, welche durch Messungenen an verschiedenen, gesunden Individuen bestimmt wurde [1]).

ad 2. Die Wärmebreite des einzelnen Neugeborenen liesse sich schon eher aus den von früheren Beobachtern mitgetheilten Zifferreihen berechnen. Man sieht dabei zweckmässiger Weise vom ersten Minimum ab und zählt vom ersten Maximum an. Dann würde die Wärmebreite der ersten Woche nach Förster I (Tab. V) 0,6 bis 1,75°, nach Krüger 0,6—0,8°, nach Eröss (III u. IV) 0,9 bis 1,1°, bei frühzeitig geborenen Kindern 0,9—1,3° betragen. Allein diese Berechnungen beruhen auf höchstens vier Messungen im Tage und lassen sich deshalb nicht mit den für den Erwachsenen gefundenen Zahlen zusammenstellen. Es bleiben somit nur die stündlichen Messungen Jürgensen's, die für das Kind x eine Wärmebreite von 1,5°, für das nicht ganz reife Kind z eine solche von 3° ergeben, während die Wärmebreite der erwachsenen Versuchsperson Vogel des letztgenannten Forschers bei Ausschluss aller wärmesteigernden oder herabsetzenden Einflüsse 1° betrug.

ad 3. Zur Bestimmung der Breite der Tageswelle liegen eben wieder nur die Jürgensen'schen Curven vor; nach denselben beträgt die Tagesbreite bei Kind x 0,6—1,5°, für Kind z 1,0—2,2°, während sie bei der Versuchsperson Vogel 0,6—1,0°, bei elf Soldaten Jäger's 0,7—1,4° betrug. Es sei gleich hier erwähnt, dass sich die letztgenannten Individuen natürlich nicht unter so gleichmässigen Bedingungen befanden, wie die vorgedachten zwei Säuglinge.

ad 4. Zur Abschätzung und Vergleichung der bei verschiedenen Versuchspersonen auftretenden Schwankungen der Körperwärme habe ich mich der Berechnung zweier Grössen bedient, welche den unbestimmten Eindruck, den eine Temperaturcurve mit häufigen und grossen Schwankungen gegenüber einer zweiten, stetigeren her-

---

1) Als Mittelzahlen für die erste Lebenswoche geben an: Despretz: 35,06° (wo gemessen?), Roger: 37,08° (Ax.), Mignot: 37,58° (Ax.), Förster I: 37,24° (Ax.), Allix: 37,7° (Ax.), Stockton Haugh: 36,97°, Fehling I: reife Kinder 37,35°, Frühgeborene 36,81°, Parrot: 37,17°. Als Grenzwerthe werden angeführt: Edwards: 34—35,5°, Roger: 36—39° (Ax.), Mignot: 36,8—38,1° (Ax.), Förster I: 36,25—38,25° (Ax.), Lépine: 36,62—36,85°, Quinquaud: 37—37,6°, Fehling I: reife Kinder 37—38°, frühgeborene 36—37°, Parrot: 34,2—37,17°, Eröss II: starke Kinder 36,8—37,9°, schwache 35,8—37,9°.

vorbringt, durch einen bestimmten zahlenmässigen Ausdruck ersetzt. Bezeichnet man nemlich den zwischen je zwei auf einander folgenden stündlichen Messungen gefundenen Unterschied als Stundenschwankung, so lässt sich aus den 23 Stundenschwankungen des ganzen Tages das Mittel ziehen. Das Maximum und das Mittel der Stundenschwankungen bestimmt die Regelmässigkeit des Wärmeganges. Diese Grössen haben mir im Weiteren gute Dienste geleistet und scheinen eines ordnungsmässigen Gebrauches werth zu sein, wobei zu berücksichtigen ist, dass sie sich unter sonst gleichen Umständen in einer höheren Ebene bewegen, sobald die Messungen auch in Theilen von Zehntelgraden ausgedrückt worden sind.

Es sollen hier diese und die übrigen für den uns hier beschäftigenden Gegenstand wichtige Grössen aus den Versuchen Jürgensen's und Jäger's zusammengestellt werden.

Autor und Versuchspersonen	Maximum des Tages	Minimum des Tages	Tagesbreite	Tagesmittel	Maximum der Stundenschwankung	Mittel der Stundenschwankung
Jürgensen: 42j. Vogel Tab. I	37,3	36,7	0,8	37,04	0,8	0,108
Tab. II	37,6	36,7	0,9	37,13	0,4	0,104
Tab. III	37,6	36,7	0,9	—	0,3	0,09
Tab. XXXII	37,7	36,7	1,0	37,28	0,4	0,104
Tab. XXXIII	37,3	36,7	0,6	37,10	0,3	0,05
Tab. XXXIV	37,5	36,7	0,8	37,16	0,2	0,07
Tab. XXXV	37,5	36,7	0,8	37,12	0,2	0,06
Tab. XXXVII	37,6	36,7	0,9	37,10	0,2	0,08
Tab. XXXVIII	37,6	36,7	0 9	37,22	0,3	0,08
Tab. XXXIX	37,7	36,7	1,0	37,28	0,2	0,07
im Mittel	37,54	36,7	0,86	37,188	0,28	0,0816
Grammlich: Typhusreconvalescent Tab. XIII	37,7	36,5	1,2	37,05	0,4	0,11
Tab. XIV	37,7	36,3	1,4	37,18	0,3	0,108
24 j. Stud. A. nicht im Bett Tab. XIX	37,8	35,9	1,9	37,02	0,6	0,19
Jäger: 21j. Soldat I	37,5	36,7	0,8	37,18	0,4	0,108
" "	37,3	36,6	0,7	37,03	0,3	0,078
22j. Soldat II	37,5	36,6	0,9	37,14	0,4	0,117
" "	37,7	36,9	0,8	37,35	0,3	0,078
21j. Soldat III	37,8	36,7	1,1	37,19	0,5	0,13
" "	37,8	36,6	1,2	37,19	0,3	0,12

Autor und Versuchsperson	Maximum des Tages	Minimum des Tages	Tagesbreite	Tagesmittel	Maximum der Stundenschwankung	Mittel der Stundenschwankung
22j. Soldat IV	37,7	36,6	1,1	37,18	0,4	0,117
„ „	37,7	36,3	1,4	37,12	0,4	0,13
23j. Soldat V	37,5	36,3	1,2	36,95	0,4	0,13
„ „	37,7	36,3	1,4	37,03	0,5	0,147
22j. Soldat VI	37,7	36,2	1,4	37,21	0,6	0,143
„ „	37,6	36,6	1,0	37,13	0,3	0,095
21j. Soldat VII	37,6	36,5	1,1	37,08	0,4	0,12
„ „	37,6	36,5	1,1	37,14	0,6	0,13
23j. Soldat VIII	37,5	36,5	1,0	37,10	0,3	0,117
„ „	37,6	36,4	1,2	37,07	0,3	0,12
21j. Soldat IX	37,5	36,3	1,2	37,09	0,3	0,13
„ „	37,5	36,4	1,1	37,02	0,3	0,13
21j. Soldat X	37,8	36,6	1,2	37,28	0,3	0,117
„ „	37,9	36,7	1,2	37,30	0,5	0,12
23j. Soldat XI	37,6	36,6	1,0	37,08	0,3	0,086
„ „	37,5	36,4	1,1	36,97	0,4	0,113
20j. Frl. K.	37,4	36,4	1,0	36,83	0,4	0,095
Mittel	37,6	36,5	1,09	37,11	0,38	0,116

Aus den Tabellen Jürgensen's wurden hier nur jene ausgewählt, welche sich auf solche Tage beziehen, an denen kein wärmeherabsetzender oder steigernder Eingriff (Bad, Arbeit, Chininaufnahme) vorgenommen wurde. Auch die auf letztere folgenden Tage durften aus unten (s. S. 475) auszuführenden Gründen nicht berücksichtigt werden.

Während nun bei dem erwachsenen Vogel an zehn normalen Beobachtungstagen das Maximum der Stundenschwankung 0,2° bis 0,4°, im Durchschnitte 0,28°, das Mittel der Stundenschwankungen 0,05—0,108°, im Durchschnitte 0,0816° beträgt, sind die für die Kinder x und z berechneten Werthe auch dann viel höher, wenn man zweckmässigerweise dabei vom ersten Lebenstage ganz absieht.

	Maximum der Stundenschwankung		Mittel der Stundenschwankung	
		Im Durchschnitt		Im Durchschnitt
Kind x . . .	0,4—1,3°	0,53°	0,1 —0,25°	0,14°
Kind z . . .	0,8—2,0°	1,17°	0,22—0,44°	0,31°
Vogel	0,2—0,4°	0,28°	0,05—0,108°	0,0816°

Nachfolgend die ausführlichen Tabellen.

	Maximum des Tages	Minimum des Tages	Tagesbreite	Tagesmittel	Maximum der Stundenschwank.	Mittel der Stundenschwank.
Kind x 4163 g						
1. Tag	37,8	36,3	1,5	37,13	1,3	0,25
2. „	37,9	36,8	1,1	37,48	1,0	0,24
3. „	37,8	37,2	0,6	37,48	0,4	0,18
4. „	37,4	36,8	0,6	37,10	0,6	0,10
5. „	37,6	37,0	0,6	37,29	0,4	0,10
6. „	37,6	37,0	0,6	37,31	0,4	0,13
7. „	37,6	37,0	0,6	37,30	0,4	0,16
Kind z 2420 g						
1. Tag	36,6	34,8	1,8	35,77	1,0	0,40
2. „	37,4	35,6	1,8	36,56	1,2	0,44
3. „	37,6	35,4	2,2	36,71	2,0	0,31
4. „	37,2	36,2	1,0	36,67	1,0	0,32
5. „	37,6	36,2	1,4	36,97	0,8	0,27
6. „	37,4	35,4	2,0	36,50	1,4	0,32
7. „	37,2	36,2	1,0	36,63	0,8	0,22
8. „	37,4	36,4	1,0	(36,82)	1,0	0,28

ad 5. Dass unter dem Einflusse äusserer und innerer Ursachen die Körperwärme des Neugeborenen leichter und beträchtlicheren Schwankungen unterliege, als dies beim Erwachsenen der Fall ist, die Wärmebeweglichkeit im engeren Sinne des Wortes, wird von den meisten Autoren angegeben. Rücksichtlich der inneren Ursachen ist freilich ein derartiges Urtheil sehr schwierig, weil deren Abschätzung überhaupt unmöglich ist, oder die entsprechenden Beobachtungen am Erwachsenen bislang fehlen. Wenn Quinquaud, Lépine und Eröss (s. übrigens auch S. 469) die Körperwärme des Neugeborenen bereits durch geringgradigste Störungen in die Höhe steigen sehen, welche beim Erwachsenen niemals Fieber erzeugen, so liegen zwischen der sichtbaren krankhaften Veränderung (Blennorrhoea conjunctivae, entzündlicher Nabelschnurabfall, Nabelschnurgangrän) und der Wärmesteigerung so viele vermittelnde Zwischenglieder, dass man unmöglich das Auftreten des Fiebers auf eines derselben, auf eine grössere Wärmebeweglichkeit beziehen darf. Wenn im Schlafe die Säuglinge nach Roger um

0,35° (Ax.) wärmer, nach Allix um 0,5° (Ax.), Demme um 0,3—0,9° (Ax.) kälter sein sollen, letzterer ein sofortiges Ansteigen der Eigenwärme durch Schreien, Drängen beim Stuhlgange, Anhäufung von Gasen in den Därmen beobachtet, wenn Nahrungszufuhr die Körperwärme des Säuglings nach Allix, Squire (besonders wenn vordem gehungert wurde) erhöht, nach Demme hiebei zuvor ein Abfall eintritt, wenn Sommer in Ausnutzung seiner wiederholt beleuchteten Methode die Temperatur nach dem Trinken um 0,12° steigen, im Verlaufe einer halben Stunde um 0,23° fallen sieht, das Ansteigen bei den von ihren Müttern geammten Kindern höher sein soll als bei künstlich genährten, so haben wir es hier vor allem mit einer ganzen Reihe irrthümlich ausgelegter Beobachtungen zu thun — z. B. ein an die Brust gelegter Säugling wird von seiner Mutter erwärmt — aber selbst ihre Richtigkeit angenommen, handelt es sich um Einwirkungen, welche sich nach der bisherigen Art ihrer Beobachtung weder abschätzen noch in ihrer Grösse vergleichen lassen.

Hingegen ist dies bei der Wirkung von Kälte und Wärme der Fall.

W. F. Edwards scheint zuerst auf die raschere Abkühlung Neugeborener aufmerksam gemacht zu haben; er beobachtete, dass die sehend geborenen Säuger und die Nestflüchter zwar unter gewöhnlichen Umständen ihre Eigenwärme auch in den ersten Lebenstagen bewahren, während die blind geborenen Säugethiere und die Nesthocker sich unter ähnlichen Bedingungen rasch abkühlen, dass aber auch bei ersteren die Körperwärme weit bedeutender fällt als beim erwachsenen Thiere, sobald sie stärkeren Kältegraden ausgesetzt werden. Mit dem gleichen Erfolge haben letztere Versuche Nassaroff und Colin I angestellt, wobei Ersterer auch fand, dass sich unerwachsene Thiere rascher erwärmen lassen als erwachsene. Zu Beobachtungen am Menschen genügten bereits die üblichen Reinigungsbäder, da sich schon durch sie eine Entwicklung des neugeborenen Kindes im Laufe der ersten Woche nachweisen liess: v. Bärensprung fand nach dem ersten Bade einen Wärmeverlust von 0,88°, nach gleich warmen Bädern an den folgenden Tagen einen solchen von nur mehr 0,5°. Sommer berechnet, dass durch

das erste Bad eine Abkühlung von 1,4° (bei schwächeren Kindern 2,2°, bei mittelstarken 1,7°, bei starken 1,69°), durch die an den nächsten Tagen von 0,57° erfolgt. Eröss (II, 201) gelangt zu dem Schlusse, dass bei mehrere Tage alten Säuglingen die Abkühlung nach dem Bade rascher vorübergeht, weil die Kinder gehörig genährt wurden, und es nicht gelingt, durch alle folgenden Bäder „jene hochgradige nasse Imbibition der Oberhaut (?), sowie jene grosse Erweiterung ihrer Capillaren zu erzielen, welche nach der Geburt zugegen sind und die Wärmeabgabe während des ersten Tages in hohem Masse steigern und dadurch eine schnelle Aufspeicherung der producirten Wärme im Organismus verhindern“. Dass sich die Neugeborenen der Erwärmung gegenüber ebenso verhalten, wie gegenüber der Abkühlung, lässt sich aus jenen Versuchen Eröss' ableiten, welche derselbe auf Veranlassung meines verehrten Lehrers Epstein in der Prager Findelanstalt angestellt hat, nachdem schon Quinquaud (S. 191) eine hieher gehörige Beobachtung mitgetheilt hatte. Aus diesen vor allem praktisch wichtigen Versuchen, die aber zunächst nicht auf die Gewinnung physiologisch verwerthbarer Thatsachen ausgingen und deshalb in den einzelnen Experimenten keine absolut oder — was noch wichtiger ist — keine mit Bezug auf die Körperwärme des betreffenden Kindes gleich hohe Temperatur einwirken liessen, kann man, wenngleich nicht unanzweifelbar, erweisen, dass sich unter dem Einflusse einer Umgebungstemperatur von 37—45° Neugeborene höher erwärmen als ältere Kinder, und dass diese Temperatursteigerung bei schwächer entwickelten, frühzeitigen und herabgekommenen Säuglingen beträchtlicher ausfällt, als bei gut entwickelten gesunden. Es geht ferner aus der Arbeit Eröss' hervor, dass gut entwickelte Kinder bei 4—8 Stunden dauernder Erwärmung den Gipfel der Temperatursteigerung in 2—6, am häufigsten in zwei Stunden, schwachentwickelte gewöhnlich in vier Stunden erreichen, worauf meist unter starker Röthung der Haut und Schweissabsonderung ein Abfall der Körperwärme eintritt, welcher bei frühzeitigen Kindern selten, bei abgezehrten niemals zur Beobachtung kam.

Fassen wir hier zweckmässigerweise das über die Wärmebeweglichkeit des Neugeborenen Gesagte nochmals zusammen, so

lässt sich also dieselbe beweisen: 1. Aus der grösseren Wärmebreite des einzelnen Kindes während der ersten Lebenswoche (Jürgensen), 2. aus der grösseren Tagesbreite desselben (Jürgensen), 3. aus der bedeutenderen Höhe der Stundenschwankungsgrössen (Jürgensen), 4. aus dem rascheren und stärkeren Abkühlen und Erhitzen neugeborener Thiere (Edwards, Nassaroff, Colin), 5. aus der immer geringer werdenden Temperaturwirkung der Bäder auf den neugeborenen Menschen (v. Bärensprung, Sommer, Eröss), 6. aus der verschiedenen Gegenwirkung jüngerer und älterer Säuglinge auf Erwärmung (Eröss). Diese, wie ich meine, hinreichend gestützte Anschauung steht im Widerspruche mit der von v. Bärensprung und meinem verehrten Lehrer v. Ritter geäusserten Meinung, wonach die Körperwärme in den ersten Tagen und Wochen des Lebens eine besondere Stetigkeit besitze. Dagegen sagt Demme auf Grund seiner Messungen in der Achselhöhle: „Als eine Eigenthümlichkeit des ersten Kindesalters, namentlich der sog. Säuglings- oder zahnlosen Periode sind die zahlreichen Schwankungen der Eigenwärme innerhalb der 24 Tagesstunden zu bezeichnen“. Am klarsten spricht sich Eröss (II, 213) aus, wenn er gleich den Begriff der Wärmebeweglichkeit auf die ohne erkennbare Ursachen auftretenden Schwankungen einzuschränken scheint: „Es ist bekannt, dass der Temperatur der Neugeborenen eine grössere Fluctuation zukommt, als der der Erwachsenen. Im Verlaufe einiger Stunden, ohne dass wir das aus äusseren Ursachen zu erklären im Stande wären, kann eine derart rapide Abnahme oder Steigerung auftreten, dass wir sichtlich im Zweifel sind, ob wir es mit ein und demselben Individuum zu thun haben. Dies ist der Ausfluss jener Erscheinung, die wir als Labilität bezeichnen. Diese Erscheinung muss von den, mit den Tageszeiten einhergehenden und von den oben besprochenen grösseren periodischen Schwankungen geschieden werden, weil in beiden letzteren eine gewisse Regelmässigkeit ausgesprochen ist, indem die Temperatur gebunden an bestimmte Perioden und coincidirend mit ihnen steigt und fällt; diejenigen Schwankungen jedoch, welche als Folgen der Labilität anzusehen sind, verrathen keinen solchen Typus, sondern tauchen als grösstentheils nicht zu erklärende Eventualitäten auf und sind ausschliesslich Ergebnisse der insuf-

ficienten Wärmeregulirung. Die Feststellung dieses principiellen Unterschiedes ist ziemlich leicht und klar, doch im gegebenen Falle oft schwierig. Manchmal ist es sogar unmöglich, zu entscheiden, welcher Ursache das Fallen oder Steigen der Temperatur mit z. B. 1° C. zukommt, denn es können zufälligerweise alle drei Factoren coincidiren".

3. Die Wärmeverhältnisse Frühgeborener und der Einfluss der Entwicklung auf die Körpertemperatur.

Ich habe schon oben (S. 427) die Wichtigkeit und Bedeutung der gesonderten Beobachtung der Wärmeverhältnisse bei Frühgeborenen hervorgehoben; sie scheinen Aufschluss über die Verhältnisse der letzten Fruchtzeit und damit über die Entwicklung der Wärmeregelung geben zu können. Andererseits vermitteln sie die Erklärung der besonderen Wärmeverhältnisse des Neugeborenen auch dadurch, dass sie bei genauer Abschätzung sämmtlicher Umstände Versuche unter theilweise geänderten Bedingungen vorstellen. Aehnliches, wenn auch in entsprechend vermindertem Maasse, gilt von den Beobachtungen an schwächeren und nach der anderen Seite hin von denen an sehr starken Kindern. Die Verschiedenheiten, welche man in dieser Richtung zwischen beiden Geschlechtern berechnet hat, fallen mit den durch die Entwicklung bedingten zusammen, nachdem Knaben im Durchschnitt stärker, Mädchen schwächer zur Welt kommen.

Frühgeborene, schwächere Kinder sollen eine niederere Geburtstemperatur besitzen, eine Angabe, welche neuerlicher Bestätigung unter Berücksichtigung der oben gegebenen Regeln bedarf[1]). Auch weiterhin haben angeblich schwerere Kinder und Knaben eine höhere Körperwärme[2]); Frühgeborene zeigen weit

1) Nach Fehling I und Wolff: Geburtstemperatur der im achten Monate geborenen Früchte 36,2—37,0°. Quinquaud: ausgetragene Kinder 37,8—40,0°, Frühgeborene über 1500 g 37,8—38,2°, vorzeitige unter 1500 g 37,7—38,0°, Fehling I: Ausgetragene 37,6—38,9°, annähernd reife 37,4°. Schäfer: Knaben 37,8°, Mädchen 37,5°, Fehling I: Knaben 38,32°, Mädchen 37,99°. Die Sommer'schen Zahlen siehe auf S. 428 Anmerkung 1.

2) Mittlere Temperatur der ersten Woche: Roger: schwache Kinder 36,5°, starke 37,68°, Knaben 37,9°, Mädchen 37,14°; Sommer: schwächere 36,94°, mittelstarke 37,17°, sehr starke 37,15°; Lépine: Kinder vom mittleren Gewichte

häufiger unregelmässige Schwankungen der Temperatur, welche eine untere Grenze erreichen kann, welche im späteren Leben den sofortigen Tod bedeuten würde, eine noch lange nicht genügend erklärte Erscheinung, die zuerst Edwards bei neugeborenen Thieren beobachtete und hervorhob. (Ich selbst bin geneigt, die Thatsache, dass vorzeitig geborene Früchte und neugeborene Thiere einen weit bedeutenderen Abfall der Körperwärme überleben können, eben auf den Mangel der Wärmeregulation zu beziehen. Bedenkt man, dass Ogston, Zschokke, Wertheim bei erfrorenen Thieren jedesmal Blutüberfüllung der inneren Körpertheile, vor allem der Lunge, fanden, dass Walther und Horvath abgekühlte Thiere durch künstliche Athmung am Leben zu erhalten vermochten, so wird es wahrscheinlich, dass die bei Bestehen der Wärmeregelung eintretende Zusammenziehung der Hautgefässe und die dadurch erfolgende Blutüberfüllung der Lunge die nächste Todesursache darstellen. Für höhere Kältegrade mag die von Horvath aufgestellte Theorie vielleicht zu Recht bestehen.)

4. Die Wärmeverhältnisse nach der ersten Lebenswoche.

Mit der Aufführung und Sichtung der Wärmeliteratur der ersten acht Lebenstage haben wir zugleich den bedeutendsten Theil

3890 g 36,85°, von 2760 g 36,68°, solche, die am 5. Lebenstage an Gewicht zunehmen, 36,83°, die übrigen 36,62°. Nach Förster I haben die über 4 kg schweren Kinder höhere Morgen- und Abendtemperaturen, ihre Maxima und Minima liegen in höheren Ebenen, dagegen scheint ihre Wärmebreite grösser zu sein, was man auf die stärkere Ausprägung der Reaction auf die erste Abkühlung beziehen könnte, wie man das nach der von mir aufgestellten Hypothese über das Zustandekommen der zweigipfligen Wochenwelle für stärkere Kinder voraussetzen könnte. Eröss lässt bei schwächeren Kindern das erste Minimum tiefer sein, das erste Maximum später erreichen (I. 377.), die Tagesschwankung breiter ausfallen (II. 216). Die Frühgeborenen sieht er (III.) sich ohne Beziehung auf das Geburtsgewicht in zwei Gruppen scheiden, solche, die in ihrem Verhalten fast vollkommen den Ausgetragenen gleichen, bereits vom 6. Tage an regelmässige Tagesschwankungen zeigen, wobei ihre Wärmebreite vom ersten Maximum an (in den beiden zur Veranschaulichung mitgetheilten Fällen) 1,1—1,4° beträgt. Dagegen haben die übrigen Frühgeborenen fortwährend Temperaturen zwischen 32 und 36°, die zweigipflige Wochenwelle ist bei ihnen nur ausnahmsweise zu beobachten, indem das zweite Minimum und das zweite Maximum fehlen. „Die Abnormität wird bei ihnen zur Regel."

der bezüglichen Arbeiten über das Kindesalter erschöpft: über den achten Tag hinaus liegen nur einzelne, zufällige Beobachtungen vor, und erst das spätere Kindesalter erfreut sich nach dieser Richtung grösserer Aufmerksamkeit. Die Schuld liegt an den äusseren Verhältnissen. Die Gebär- und Findelhäuser entlassen ihre kleinen Pfleglinge nach Ablauf der ersten Lebenswoche, letztere behalten in der Regel bloss die kranken oder schwächlichen zurück, an denen Beobachtungen über die normalen Verhältnisse nur ausnahmsweise angestellt werden können. Doch wäre freilich an einigen Anstalten, welche gesunde Säuglinge durch mehrere Monate unter günstigen Bedingungen in Hauspflege halten, die Möglichkeit für derartige Untersuchungen gegeben. (Wiener Findelhaus, Kopenhagener Pflegestift.) Dabei wäre vor jeder anderen die Frage im Auge zu behalten: Wie lange dauern die besonderen Wärmeverhältnisse des Neugeborenen, und von welchen Bedingungen ist ihre Dauer abhängig?

Andral meint, wie schon gesagt, dass sich diesbezüglich der Neugeborene von der zweiten Lebensstunde ab nicht mehr vom Erwachsenen unterscheide. Edwards gibt an, dass sich bei den blind geborenen Säugern und den Nesthockern im Laufe des ersten Monates, meist nach den ersten 14 Tagen ein dem des erwachsenen Thieres ähnlicher Zustand herstellt, aber eine grössere Wärmebeweglichkeit zurückbleibt. Mignot scheint die niedrigen Temperaturen, welche er bei sechs Wochen alten, an Lungenentzündung erkrankten Kindern fand, noch auf eine Besonderheit dieses Alters zurückzuführen. Schütz und Eröss nehmen die zweite Lebenswoche als den Beginn neuer Verhältnisse an. Dagegen möchte Löschner erst im vierten Monat durchgreifende, den Wärmehaushalt beeinflussende Veränderungen feststellen. Und Demme meint: „Jenseits des ersten Lebensjahres werden die innerhalb der physiologisch-normalen Grenzen liegenden Temperaturschwankungen geringer und gestalten sich die Verhältnisse der Eigenwärme fester, unabhängiger von äusseren Einflüssen, dem Verhalten beim Erwachsenen ähnlicher. Nur zur Zeit des Zahnens findet sich die Wärmebeständigkeit wieder wesentlich gestört und machen sich abermals häufige und auffallende Ausschreitungen der Eigenwärme

bemerklich". Oct. Sturges findet die grössere Wärmebeweglichkeit im ganzen Kindesalter. Wir werden im Folgenden sehen, in wie weit sich die Anschauungen der einzelnen Autoren auf die bisher bekannt gewordenen Thatsachen stützen lassen, wobei wir zweckmässigerweise das Material nicht weiter nach den verschiedenen Altersgruppen sondern.

Die mittlere Temperatur des Kindes und junger Thiere soll nach Despretz, Littré, Roger, Cassels niedriger, nach O. Sturges wenigstens nicht höher, nach Mignot, Martins, A. König, Wunderlich, Demme aber höher sein als die des Erwachsenen. v. Bärensprung will in dieser Frage nicht entscheiden[1]). Zur endlichen Sicherstellung der theoretisch bedeutsamen Angabe von der höheren Körperwärme jüngerer Lebewesen genügen aber einzelne Messungen schon deshalb nicht, weil sie je nach der Tageszeit und der Umgebungstemperatur verschieden ausfallen müssen. Sie kann vielmehr nur durch die Vergleichung des Tagesmittels beim Kinde und beim Erwachsenen gewonnen werden. Die aus den Mittheilungen v. Bärensprung's und Finlayson's als Tagesmittel angeführten Zahlen beruhen auf drei bis höchstens sieben Messungen im Tage, dürfen also nicht mit dem von Jürgensen und Jäger für den Erwachsenen gefundenen Tagesmittel

1) Roger: Durchschnittswerthe bei Achselhöhlenmessung: 4—9 Monate 37,03°, 2.—6. Jahr 37,04°, 8.—12. Jahr 37,31°. v. Bärensprung: 3 1/2 monatl. Mädchen Tagesmittel 37,82° (After), 1 jähr. Knabe 37,2° (Ax.), 2 1/2 jähr. Mädchen 37,07—37,7° (Ax.), 3 jähr. Knabe Tagesmittel 37,82° (Mund), 3 1/2 jähr. Knabe 36,7—37,2° (Ax.), 5 1/2 jähr. Knabe Tagesmittel 37,67° (Mund), 6 jähr. Mädchen 36,82—37,2° (Ax.), 9 jähr. Mädchen Tagesmittel 37,59° (Mund), 16 jähr. Knabe Tagesmittel 37,01° (Ax.). Allix: 5.—10. Monat 37,0—38,0°, 14.—22. Monat 36,9—38°, 2.—4. Jahr 36,9—38,3°. Cassels: 14 Monate 36,2° (Scheide) im Mittel. Finlayson: Tagesmittel: 11. Monat 36,6° (Rect.), 3. Jahr 37,2° (Rect.), 36,6° (Ax.) 3 1/4 Jahr 37,3° (Rect.), 5 1/4 Jahr 36,5°, 37,5° (Rect.), 7. Jahr 36,3° (Rect.), 10 1/4 u. 10 1/2 Jahr 36,9°, 36,77° (Rect.). Squire: 2. Monat 36,6—37,2° (Hals). Stockton Haugh: 2.—9. Woche 36,73°, 3.—44. Monat 36,87°. Demme: 6.—36. Monat um 0,2—0,5°, 3.—5. Jahr um 0,4—0,7°, 6.—7. Jahr um 0,3—0,5° C. wärmer als der Erwachsene. Davy: 12 jähr. Knabe auf Ceylon 36,6° (Mund). Martins: Unter 4 Monate alte Enten 41,968°, über 1 Jahr alte 42,325°, erwachsene 42,011°. Unter 6 Monate alte Gänse 41,968°, ältere 42,325°. Uria grylle alt 40,97°, sehr jung 40,78°, beide bei 1,5—2,2° Luftwärme. Uria Brunnichii erwachsen 40,78°, jung 40,62°. A. König: Junge Hühner 42,3°, ältere 41—42°.

verglichen werden. Das kann nur mit den Ziffern Zit's geschehen, die aus stündlichen Messungen berechnet worden sind und für sieben- bis zwölfjährige Knaben Tagesmittel zwischen 37,03° und 37,64°, im Durchschnitt von 37,38°, ergeben, ohne dass aber die jüngeren Knaben ein höheres Tagesmittel besässen als die älteren. Die Zit'schen Zahlen dürfen nach dieser Richtung hin verwerthet werden, trotzdem sie sich nicht wie die von Jürgensen gefundenen auf Menschen in Bettruhe, sondern auf Kinder beziehen, welche ihrer täglichen Beschäftigung nachgingen, weil sich das Tagesmittel arbeitender nicht von dem ruhender Menschen unterscheidet, wie dies Liebermeister (S. 79) vermuthete und H. Jäger durch seine Beobachtungen an Militärbäckern bewies[1]). Nach Zit wäre also die mittlere Körperwärme im Knabenalter thatsächlich eine höhere als beim Erwachsenen.

Die Tageswelle und die Tagesbreite.

Den Verlauf der Tageslinie hat man genauer erst bei älteren Kindern beobachtet, doch fand v. Bärensprung bereits bei einem 3½monatlichen Säugling mittags eine höhere und abends eine niedrigere Körperwärme als morgens. Vom vierten oder fünften Lebensmonate an beobachtete Squire ein Ansteigen in den späten Tagesstunden, bezieht aber eine grössere Tagesbreite auf schwäch-

1) Nachdem die Zit'sche Arbeit in czechischer Sprache veröffentlicht worden, also dem grösseren Leserkreise nicht zugänglich ist, erachte ich es für nothwendig, hier näher auf dieselbe einzugehen. Zit stellt einmal Mittelzahlen aus mehr zufälligen Beobachtungen im Franz-Josef-Kinderspitale zusammen, die wenig Werth besitzen, weil der Gesundheitszustand dieser Kinder immer ein fraglicher bleibt. Ferner nahm er zum Theile selbst, zum Theile durch einen Oberlehrer Messungen im After an den Pfleglingen des Privatwaisenhauses bei St. Johann dem Täufer vor. Bei manchen der Zöglinge spricht Zit von Skrofulose, Anämie, phthisischer Belastung, bei einer Anzahl der mitgetheilten Beobachtungen fehlen leider auch diese spärlichen, aber bedeutungsvollen Angaben. Am wichtigsten bleiben die von Zit persönlich in der Weise angestellten Versuche, dass er während 24 Stunden die Messungen an 12 Kindern allstündlich selbst vornahm. Da man zu jeder Aftermessung 5 Minuten bedarf, so konnte er also durch 24 Stunden nichts Anderes thun, als die Thermometer einlegen, sie in ihrer Lage festhalten und ablesen.

Die aus den Zit'schen Beobachtungen zusammengestellten Zahlenreihen folgen, soweit sie für uns von Bedeutung sind, auf S. 450.

lichen Körperbau oder Kränklichkeit. Cassel's 14jährige Kinder, deren Wärmetabellen von Finlayson angeführt werden, hatten um 7 Uhr morgens 36,3° und 36,49°, um 11 Uhr abends 35,9° und 36,0° (Scheide). Finlayson selbst stellt aus 283 Beobachtungen an 18 gesunden Kindern im Alter von 20 Monaten bis 10½ Jahren eine Tageslinie zusammen, welche von 2 Uhr morgens bis 1 Uhr nachmittags steigt und nach einer bis 5 Uhr nachmittags beinahe wieder ausgeglichenen Senkung bis 2 Uhr morgens fällt. Zwischen 7 und 9 Uhr morgens findet sich eine grössere, im abendlichen Abfalle einige kleinere Unterbrechungen des geschilderten Wärmeganges, für 10 und 11 Uhr vormittags liegen keine Messungen vor. Die Verwerthbarkeit der aus diesen Angaben zu berechnenden Tagesbreite von 1,75° ist wegen der Künstlichkeit dieser Curve recht fraglich. Demme sieht die Körperwärme von 6 Uhr morgens bis 11 Uhr vormittags um 0,2—0,4° steigen, welcher Anstieg nach einer Unterbrechung um die Mittagszeit seinen Höhepunkt gegen 4 Uhr nachmittags erreicht, worauf nach einer zweiten Unterbrechung zwischen 7 und 10 Uhr abends die Körperwärme bis 3 Uhr nachts sinkt. Nach Pilz, der stündliche Messungen vornahm, steigt die Temperatur von Morgens bis Nachmittags, um gegen 4 Uhr an ihrem Gipfel anzukommen, auf welchem sie sich bis 7 Uhr abends so ziemlich erhält, worauf ein starker Abfall eintritt; zwischen 7 und 9 Uhr morgens ist der Aufstieg besonders steil, der abendliche Abfall erfolgt schroff, nicht staffelförmig, wie beim Erwachsenen[1]). Nur Zit hat thatsächlich durch 24 Stunden allstündliche Messungen angestellt. Bei den von ihm beobachteten Kindern stieg die Körper-

1) Pilz spricht von zwei Formen des Tagesmaximums: In der Regel soll wie beim Erwachsenen (?) am Ende des Vormittages ein zweites höheres Maximum auftreten, während in selteneren Fällen dieses erste Maximum gleichfalls um diese Zeit erreicht wird und nach dazwischen liegendem Abfalle in den Stunden von 4—7 eine oder zwei neue Erhebungen vorkommen. Ich vermag mich aber in seinen Auseinandersetzungen um so weniger zurecht zu finden, als sich die beiden Formen nach seinen Worten gar nicht unterscheiden würden, während die von ihm als Beleg für die erste Form (S. 421) angeführten drei Temperaturtabellen etwas ganz Anderes, eine von morgens bis nachmittags fortdauernd ansteigende Körperwärme veranschaulichen. Sieht man also vom verwirrenden Text ab, so stimmt thatsächlich die erste Form mit dem von Jürgensen am Erwachsenen beobachteten Wärmegange ziemlich überein.

wärme von Mitternacht an zuerst steil, dann mit Unterbrechung bis gegen 5 Uhr nachmittags an, um von da an rasch zu sinken. Dagegen lässt sich aus seinen Versuchen nicht eine Tagesbreite berechnen, welche mit jener der Jürgensen'schen Versuchspersonen zu vergleichen wäre[1]). Die Zit'schen Kinder gingen nämlich ihrer täglichen Beschäftigung nach, während die Versuchspersonen Jürgensen's ruhig im Bette lagen. Nachdem aber bei dem von letzterem beobachteten Studenten A. das Auf- und Abgehen im Zimmer eine merkliche Unregelmässigkeit des Wärmeganges hervorrief, so ist es gar nicht zweifelhaft, dass die ungewöhnlich hohen Temperaturschwankungen der von Zit beobachteten Kinder mit der Beschäftigung derselben zusammenhängen. Es bestehen also thatsächlich bislang keine Messungen an über eine Woche alten Kindern, aus welchen sich die Tagesbreite derselben berechnen liesse. Obzwar nun aus den vorliegenden, unvollständigen Messungen hervorzugehen scheint, was Demme und Pilz vom Menschen behaupten, Renzi auch für die Thiere angibt, dass nämlich die Tagesfluctuation bis zur Geschlechtsreife eine breitere sei, als beim vollkommen erwach-

1) Tabelle aus den Zit'schen Versuchen (Zit S. 43) berechnet.

Versuchsperson	Maximum des Tages	Minimum des Tages	Tagesbreite	Tagesmittel	Maximum der Stundenschwankung	Mittel der Stundenschwankung
Nr. 5 gesund 7 J.	37,8	36,3	1,5	37,2	0,5	0,16
„ 4 skrofulös 10 J.	38,0	36,0	2,0	37,03	1,0	0,3
„ 52 gesund 10 J.	38,3	36,3	2,0	37,42	0,7	0,52
„ 51 „ 11 J.	38,4	36,6	1,8	37,58	0,6	0,15
„ 7 schwach 11 J	38,4	36,8	1,6	37,64	0,75	0,26
„ 23 gesund 12 J.	38,3	36,6	1,7	37,52	0,8	0,25
„ 16 „ 13 J.	38,0	36,2	1,8	37,30	0,7	0,24
„ 9 ? ?	38,2	36,4	1,8	37,44	0,5	0,18
„ 40 ? ?	37,95	36,2	1,75	37,27	0,75	0,29
„ 39 ? ?	38,4	36,1	2,3	37,55	0,6	0,30
„ 42 ? ?	38,0	36,3	1,7	37,36	Messung unterbrochen	
„114 ? ?	38,1	36,3	1,8	37,30	0,6	0,26
Durchschnitt	38,16	36,34	1,82	37,38	0,68	0,24
Jürgensen's Vogel im Durchschn.	37,54	36,7	0,86	37,138	0,28	0,0816

senen Wesen, so müssen wir doch hervorheben, dass diese Angabe noch nicht unwiderlegbar bewiesen worden sei.

Da es sich um arbeitende Kinder gehandelt hat, lassen sich leider aus der Zit'schen Arbeit auch keine mit den für den ruhenden Erwachsenen gefundenen, vergleichbaren Stundenschwankungsgrössen berechnen. Bei den übrigen Autoren finden sich keine hiezu verwendbaren Tabellen.

Die Beweglichkeit der Körperwärme im späteren Kindesalter ist demnach auf dem sichersten Wege — Berechnung der Tagesbreite und der Stundenschwankungsgrössen — noch nicht bewiesen worden, dagegen liegen einzelne für eine solche sprechende Angaben vor, welche sich auf den Einfluss innerer oder äusserer Einwirkungen beziehen. Demme und Davis haben Untersuchungen über den Einfluss des Aufenthaltes im Dunkel und in der Helle auf die Körperwärme angestellt; ersterer fand dabei, dass im Licht Kinder von 1—6 Monaten durchschnittlich um 0,26°, solche von 6—12 Monaten um 0,216°, Kinder von 1—3 Jahren um 0,26°, solche von 4—6 Jahren um 0,16° wärmer sind. Ebenso sah Davis bei Achselhöhlenmessung einen 1½jährigen Knaben im Hellen durchschnittlich um 0,55°, einen 3jährigen nur um 0,27° wärmer werden. Die stärkere Wirkung des kalten Bades hat Förster (II, 409) hervorgehoben, indem er sagt: „Der therapeutische Werth des kalten Wassers ist beim Kinde noch grösser als beim Erwachsenen, weil zufolge der grösseren Ausdehnung der Körperoberfläche gegenüber dem Körpervolumen die Wirkung eine intensivere ist". Besondere Versuche nach dieser Richtung fehlen, bis auf die sofort zu nennenden von Peters, namentlich solche zur Beantwortung der hier nur angedeuteten Frage, ob die geringere Körpergrösse und die damit beziehentlich grössere Oberfläche allein die Ursache der stärkeren Wirkung der Abkühlung in diesem Alter sind.

Dagegen hat Peters wichtige, aber merkwürdigerweise ganz unbeachtet[1]) gebliebene Beobachtungen über die Wärmeregelung

1) Ich finde dieselben nur bei Uffelmann, Handbuch der Hygiene des Kindes, angeführt.

an 3—19 Monate alten Kindern angestellt, welche er in 31—36° warmen Bädern durch drei Minuten liess. „Sämmtliche Versuche mit nur wenigen Ausnahmen ergaben, dass die Körpertemperatur während der Dauer der Wärmeentziehung durch die genannten Bäder allemal absolut dieselbe blieb, wie vor dem Bade, und in den wenigen Ausnahmen, in denen die Körpertemperatur während des Bades eine Aenderung erlitt, handelte es sich immer nur um ein ganz minimales Sinken oder Steigen derselben, um höchstens ½ Zehntel eines Grades der Centesimalscala". Der Abfall nach dem Bade war weit grösser (nach Bädern von 31,2° C. in 20 Minuten 0,83° im Mittel), als er für den Erwachsenen von Liebermeister, Kernig und Jürgensen gefunden wurde, er war bei den jüngsten und bei den schwächeren Individuen stärker als bei den übrigen. P. bezieht diese Unterschiede nur auf die geringere Körpergrösse und die Entwicklung des Fettpolsters.

Um dieser Uebersicht die möglichste Vollständigkeit zu geben, seien hier noch die Mittheilungen Davis', W. Jakubowitsch' und Kunkel's über periphere Temperaturen bei Kindern und die calorimetrischen Versuche von Ch. Richet und P. Langlois erwähnt. Erstere[1]) haben ebensowenig wie die zahlreichen, dieselben Fragen für den Erwachsenen behandelnden Arbeiten ein theoretisch oder praktisch verwerthbares Ergebniss geliefert. Kunkel glaubt auf Grund von drei Beobachtungen schliessen zu können,

1) Jakubowitsch hat die peripheren Temperaturen normaler Kinder mit denen zweier Fälle von Pseudohypertrophie verglichen und daraus geschlossen: „Die Erniedrigung der peripherischen Temperatur auf dem Ort der Lagerung verschiedener Muskeltheile weist auf eine verminderte Wärmeproduction im Muskelgewebe hin". Dieser Schluss ist nicht berechtigt. Die beiden pseudohypertrophischen Kinder zeichneten sich durch besondere Dicke des Unterhautgewebes aus. Es konnte deshalb an die Haut weit weniger Wärme von den Muskeln durch Leitung abgegeben werden. Für diese Auffassung spricht die Thatsache, dass an den fettlosen Stellen (z. B. Fussrücken), die Hauttemperatur entweder nur um weniges niederer oder sogar höher war, als bei den gesunden Kindern, dass ferner die beziehentlich niedersten Temperaturen an der Gesässhaut gefunden wurden.

Die umfangreiche französische Literatur über die Messungen der peripheren Körperwärme, besonders in Krankheiten findet sich zusammengestellt in den Thesen von Hunkiarbeyardian und P. M. Mondon.

dass Kinder auf einen niedrigeren Wärmegrad der Haut (bei gleicher Binnentemperatur mit den Erwachsenen) eingestellt seien, Richet's und Langlois' Versuche beziehen sich auf vierzehn Mädchen und bestätigen die Abhängigkeit der Wärmeerzeugung von der Umgebungstemperatur (bei 18° 4,53 Calorien für Kilo Körpergewicht und Stunde, bei 24° 2,72 Cal.), auch die beziehentliche Abnahme derselben mit steigendem Körpergewichte kam bei denselben zum Ausdrucke. Langlois fand ausserdem, dass die Wärmeabgabe und also wahrscheinlich auch die Wärmebildung zwischen 11 Uhr vormittags und 3 Uhr nachmittags ihr Maximum erreichen und zwar auch bei Säuglingen, welche in einem Brutofen von gleichbleibender Hitze gehalten werden und alle zwei Stunden die Brust bekommen.

Es scheint mir zweckmässig, hier am Schlusse des ersten Theiles nochmals in wenigen Sätzen eine Uebersicht über den jetzigen Stand der Wärmelehre des Kindes zu geben: Die Frucht im Mutterleibe erzeugt selbständige Wärme, was durch den Nachweis foetaler Stoffwechselproducte, vor allem des Kohlensäurezuwachses im abführenden Nabelgefässe bewiesen worden ist. In wie weit diese selbständige Wärmeerzeugung durch Temperaturunterschiede zwischen Mutter und Frucht nachgewiesen werden kann, erscheint noch fraglich. Nach der Geburt tritt in Folge der ersten, grossen Abkühlung ein Abfall der Körperwärme ein, an den sich eine zweigipflige Welle anschliesst, welche wahrscheinlich als Compensationswelle zu deuten ist. Zwischen dem vierten bis sechsten Lebenstage scheint bei kräftigen Kindern auf dieser Welle die Tagesfluctuation zum Durchbruche zu kommen. Der Neugeborene besitzt eine, in den ersten Tagen stetig abnehmende Wärmebeweglichkeit, welche in seiner Tagesbreite, in der Höhe der Stundenschwankungsgrössen und durch die Wirkung der Erwärmung und Abkühlung nachgewiesen worden ist. Diese Wärmebeweglichkeit scheint sich, wenn auch in vermindertem Maasse, noch in das Knabenalter zu erhalten, ist aber bisher nur für das erste Kindesalter durch die Peters'schen Bäderversuche erhärtet worden. Falls man über die gegen Zit's Versuche zu erhebenden Bedenken hinwegsieht, so ist durch dieselben für das Knabenalter eine höhere mittlere Körperwärme nachgewiesen worden.

II. Die Wärmebeweglichkeit der ersten Tage.

„Bevor man aber neuerlich an solche Untersuchungen herantritt“, sagte ich mit Bezug auf die Erforschung der Wärmeverhältnisse des Neugeborenen, „muss zuvörderst eine Frage nach allen Seiten hin erörtert und beleuchtet werden, von deren Beantwortung die Verlässlichkeit und Verwerthbarkeit der einzelnen am Neugeborenen angestellten thermometrischen Messungen abhängt — die Frage nach der Wärmestetigkeit in der ersten Lebenszeit“. Neben diesem methodischen Nutzen, welcher auch der ärztlichen Thätigkeit zugute kommt, hat die Frage nach dem Bestehen, den Ursachen und dem Verschwinden der Wärmebeweglichkeit in den ersten Tagen noch eine allgemeine Bedeutung. Die Wärmeregelung ist der unserer Untersuchung am leichtesten zugängliche Vertreter der zahlreichen regulatorischen Vorgänge im Lebewesen. Der Nachweis, dass die Wärmeregulation durch jedes Einzelwesen neu erworben werde, führt verallgemeinert zu der Anschauung, dass zwischen dem Bedürfnisse nach einer Function und dieser Function selbst ein ursächlicher Zusammenhang bestehe, über welchen letzteren freilich bisher nur unbegründete Vermuthungen aufgetaucht sind. Jeder Beitrag in dieser Richtung ist deshalb erwünscht.

Nachdem meine Arbeit von einem praktischen Gesichtspunkte ausgegangen ist, hat sie vor allem die unregelmässigen Wärmeschwankungen Neugeborener im Auge behalten, für die wir keine unmittelbare Beziehung zu äusseren Einwirkungen erkennen. Eröss spricht von ihnen, aber gezeigt und gezeichnet hat sie nur Jürgensen. Es war mir daher daran gelegen, Näheres über die Versuchsbedingungen der von diesem Forscher mitgetheilten Beobachtungen zu erfahren. Ich entnehme darüber Folgendes einem mir durch gütige Vermittlung des H. Jürgensen zugekommenen Schreiben des H. Wenck: „Die Kinder haben als Kleidung getragen, von innen angefangen, a) Nabelbinde, b) Hemdchen, c) Kindertuch, d) Jäckchen, e) das sog. Bund, ein viereckiges Stück groben Flanells, welches um den Unterkörper geschlagen, dann an den Füssen zurückgefalzt, am Körper durch die Wickelbinde befestigt wird, f) die sog. Wickelbinde. Ein Wickelbett wird nicht gebraucht, dagegen wird in den ersten Tagen das Kind, wenn es sich einige Zeit

ausserhalb des Bettchens befinden soll, in ein Kissen nach Art der gewöhnlichen Kopfkissen, mit Federn gefüllt, welches dütenförmig zusammengelegt wird, hineingesteckt. Die thermometrirten Kinder sind übrigens, wie ich sicher glaube, während der Beobachtungszeit gar nicht, oder so gut wie gar nicht aus ihren Bettchen herausgenommen worden, in welchen sie in der oben beschriebenen Kleidung lagen. H. Auerbach meint, dass die Kinder während der Beobachtungszeit Milch per Flasche bekamen. Ich weiss das nicht mehr[1]). Im Allgemeinen erhielten die Kinder sogleich nach der Geburt ein Bad und wurden in der Folge nur durch Waschen gereinigt. Bei den thermometrirten Kindern sind die Waschungen während der Beobachtungszeit auf das mindestmögliche Maass beschränkt und, wie ich glaube, immer an den Kindern, während sie im Bettchen verblieben, ausgeführt worden. Das Kind wurde meiner Erinnerung gemäss möglichst wenig entblösst. Es wurde auf die Seite gelegt, das sog. Bund herabgeschlagen und ebenso wie das Kindertuch so weit zur Seite gezerrt, dass man den Anus erreichen konnte. Ich meine auch, dass zu diesem Zwecke der Bund überhaupt nicht mit dem umgeschlagenen Ende nach oben, wie sonst üblich, durch die Nabelbinde befestigt wurde, sondern die Binde befestigte nur das obere Ende am Körper, indessen das untere einfach nach unten gelegt wurde, somit auf die einfachste Weise den Zugang zur Untersuchungsstelle zuliess, ohne dass man das Kind aus dem Bettchen nehmen musste. Nur war es nöthig, das Deckbett (ein mit Federn gefülltes Kissen) ein wenig zu lüften und zur Seite zu schieben, wenn das Instrument eingeführt und wenn es abgelesen wurde".

Obgleich aus dieser Mittheilung hervorging, dass die Kieler Messungen unter den nöthigen Vorsichtsmassregeln angestellt worden sind, schien es mir doch nöthig, mich von dem Vorhandensein der zufälligen Schwankungen durch eigene Beobachtungen zu überzeugen. Ich habe solche an der Klinik des Herrn Geheimrath Prof. Gusserow in Berlin vorgenommen. Die Lebensbedingungen der Kinder waren dabei folgende: Die Neugeborenen ruhen in Eisenbetten mit

1) Aus den Tabellen Jürgensen's geht hervor, dass die Kinder an die Brust gelegt wurden.

Holzeinlage, auf deren tragendem Strickgeflechte ein von einem Leintuch zugedeckter Strohsack liegt. Darauf kommt die unterste Lage einer dreifach zusammengelegten, in einem Leintuche eingenähten Wolldecke, so dass das Kind zwischen diese unterste und die beiden oberen Lagen derselben zu liegen kommt, welche das Kind vollkommen d. h. auch das Gesicht bedecken. Der Säugling selbst trägt folgende Kleidungsstücke: leinene Nabelbinde, Leinenhemdchen, dünnes barchentenes Jäckchen, Windel, welche in meinen Versuchen nicht nach Berliner Art als Hosenwindel, sondern nach Prager Art als dreieckiges, mit der Spitze zwischen die Beine nach oben geschlagenes Tuch angelegt wurde, barchentenes Wickeltuch, das anderthalbmal um Bauch und Beine gewickelt wird, und ein in meinen Versuchen beseitigtes Wickelband, das Jäckchen und Wickeltuch festhält, was ich durch Nadeln geschehen liess.

Ferner legte ich allen Werth darauf, 1. die Bäder und Waschungen vollkommen auszusetzen, 2. ein längeres Verweilen der Kinder im Bette der Mutter, als zum Säugen nothwendig war, nicht zu gestatten, und 3. eine derartige thermometrische Methode anzuwenden, welche das Ablesen ohne jede Entblössung möglich machte. Am schwierigsten ward die Suche nach dieser Methode, weil es in meinem Plane lag, die stündlichen Messungen die ersten vier Tage gleichzeitig an mehreren Kindern persönlich vorzunehmen, da ich berechtigtes Misstrauen gegen jede Ablesung hege, welche von einer nicht wissenschaftlich an der Beobachtung betheiligten Person vorgenommen wird. Da es sich ausserdem darum handelte, die Durchführung der Vorsichtsmaassregeln zu überwachen, genaue Nachrichten über das Sauggeschäft, über die Entleerungen des Kindes zu erhalten, konnte ich die allstündlichen Ablesungen keinem Anderen überlassen. Damit war aber die Nothwendigkeit gegeben, die Dauer der Messungen nicht auszudehnen, diese vielmehr dergestalt einzurichten, dass sie jedesmal nur wenige Minuten in Anspruch nähmen. Dem Ruhebedürfnisse des Beobachters muss eben genügend Rechnung getragen werden, da ein Uebermaass von Anstrengung denselben bald dahin bringt, sich bei seiner Untersuchung mit weniger Sorgfalt zu begnügen, als er unter anderen Umständen anzuwenden und von sich zu fordern gewohnt ist. Aus diesem Grunde und weil es

ausserdem immer mit einer Entblössung verbunden ist, durfte ich das stündliche Einführen des Thermometers ins Rectum nicht anwenden, bei welchem jede Messung fünf Minuten, für drei Kinder also jedesmal eine Viertelstunde in Anspruch genommen hätte. Ich liess deshalb ein, meinem Harnfänger (Abbildung in Prager med. Wochenschr. 1883 Nr. 37, S. 359 und Illustr. Monatsschr. f. ärztl. Polytechnik 1884, S. 16) nachgebildetes Gurtzeug anfertigen, welches das in den Mastdarm eingeführte Thermometer durch Becken- und Schenkelriemen unverrückt an seinem Platze festhielt. Das Thermometergefäss war hier, wie in allen Versuchen an Kindern, genau 5 cm tief ins Rectum eingeführt, die Gradtheilung dagegen ragte aus der künstlich zusammengelegten Bekleidung heraus, so dass zum Zwecke der Ablesung nur die Decke gehoben werden musste. Aber leider konnte ich diese Methode nur an einem einzigen Kinde erproben, da sich bei diesem schon nach 45 Stunden eine leichte Verfärbung der Mastdarmschleimhaut einstellte, welche in der Folge zweifelsohne zum Druckbrand geführt hätte. Nachdem ich deshalb zuerst bogenförmig gekrümmte, mit Kugelgefäss versehene und mittels Binden befestigte Achselhöhlenthermometer versuchte, welche sich aber jedesmal verschoben, ging ich zu einer eigenartigen Methode über, welcher ich auf Grund theoretischer Betrachtung zu viel Vertrauen entgegenbrachte. Bevor ich auf dieses Verfahren eingehe, sei die mittels der ersten Methode angestellte Beobachtung wiedergegeben, zu welcher ich ein besonders kräftiges und gut entwickeltes Kind auswählte.

Versuch I. Klinik des Herrn Geheimrath Gusserow. 21. April 1885. Zimmerwärme 21° C.[1]) Jonas I. para. Um 12 h 17 wird das 49,5 cm lange, 3390 g schwere Mädchen leicht asphyktisch geboren. Kein Bad. Nach 5 Minuten liegt dasselbe angekleidet mit dem Thermometer in seinem Bettchen.

Zeit	Temperatur im Mastdarme	Temperatur unter der Bettdecke	Bemerkung
21./IV. 12,30	35,07	22,5	
45	34,55		
1	34,7	27,5	Um 1 ins Wochenzimmer übertragen.
15	34,75	28,1	
30	34,85	24,9	

1) Alle thermometrischen Angaben sind in Centesimalgraden gemacht.

Zeit		Temperatur im Mastdarm	Temperatur unter der Bettdecke	Bemerkung
21./IV.	1,45	35,0	25	
	2	35,05	25,3	
	15	35,3	26,25	
	30	35,4	26,25	
	45	35,55	28,1	
	3	35,6	28,8	
	15	35,8	29,3	
	30	35,9	29,1	
	45	35,9	29,1	
	4	36,07	27,5	Um 4 an die Brust, nicht getrunken.
	5	36,35	30	
	30	36,5	31,25	Um 5,30 Kindspech entleert.
	6	36,7	32,5	
	7	37,0	31,8	Nach 7 dunkel.
	8	37,0	32,5	Aus der Flasche getrunken.
	9	37,2	32,5	
	10	37,5	32,5	
	11	37,55	31,25	
	12	37,57	28,75	
22./IV.	1	37,8	28,75	
	2	38,0	28,75	
	3	37,95	27,5	
	4	37,9	27,5	3—4 Gesicht frei.
	5	37,8	26,25	
	6	38,07	26,25	Um 6 Tag.
	7	37,35	28,75	6,30—6,45 im Bette der Mutter, getrunken.
	8	37,4	28,75	
	9	37,4		9—9,15 im Bette der Mutter, nicht getrunken.
	10	37,0	28,75	
	11	37,1	28,06	
	12	37,15		
	1	37,1	33,62	
	2	37,1	33,62	
	3	37,2	33,62	
	4	37,4		4. Kindspech entleert rasch abgetrocknet.
	5	37,42		5—5,30 im Bett der Mutter.
	6	37,2	22,5	
	7	37,4	28,75	7. Dunkelheit.
	8	37,55	29,4	

Zeit		Temperatur im Mastdarm	Temperatur unter der Bettdecke	Bemerkung
22./IV.	9	37,75	29,4	
	10	37,95	27,5	10. Milch aus der Flasche getrunken.
	11	37,7		
	12	37,65		12. Brust genommen, rasch überwickelt.
23./IV.	3	37,0		
	5	37,0		
	6	37,2		6. Tag.
	7	37,25		7. Trinkt, gereinigt, neue Windel.
	9	37		

Die vorstehende Beobachtung ergibt Folgendes: Bei einem kräftigen Kinde sinkt ohne erstes Bad die Körperwärme durch 28 (bis 40?) Minuten nach der Geburt bis auf 34,7°, um in wenig unterbrochenem Anstiege das erste Maximum mit 38,0° nach 13 Stunden zu erreichen. Nach vierstündigem Verharren sinkt die Eigenwärme von morgens bis Mittag in acht Stunden um 1,07°, steigt bis 10 Uhr nachts wiederum in acht Stunden um 0,95°, um bis zum folgenden Morgen in etwa derselben Zeit um ebensoviel zu sinken. Rechnen wir vom ersten Maximum bis zur Mitternacht des 2. Lebenstages, 22 Stunden, so ergibt sich eine Breite von 1,07°, ein Stundenschwankungsmaximum von 0,4° und ein Mittel der Stundenschwankung von 0,155°. Da in allen Versuchen Jürgensen's und Jäger's, bei denen doch die äusseren Bedingungen lange nicht mit solcher Sorgfalt unverändert gehalten worden sind, wie in dem vorstehenden, das Mittel der Stundenschwankung niemals eine derartige Höhe erreichte (bei Jürgensen im Durchschnitte 0,0816°, bei Jäger 0,116°), so war schon durch diese Beobachtungsreihe die grössere Wärmebeweglichkeit des Neugeborenen für mich erwiesen.

Ich gedachte aber diese Beobachtungen mit besonderer Beziehung darauf fortzusetzen, wie sich die Wärmebeweglichkeit bei verschiedener Entwicklung und niedrigerem Körpergewichte des Neugeborenen und wie sie sich bei verschiedener Geburtszeit verhalte. Der letztberührte Gesichtspunkt wird weiters noch ausführlich zur Sprache kommen. Bei der Suche nach einer ohne Gefährdung des

Kindes anzuwendenden Methode, welche die nöthige Sicherheit gewähren und doch den oben festgestellten Bedingungen entsprechen musste, ging ich von der Voraussetzung aus, dass man an jedem Theile der Rumpfhaut durch möglichst vollkommene Beschränkung der Wärmeabgabe und durch Abschluss von der umgebenden Luft eine „künstliche Achselhöhle“ d. h. eine Messungsstelle erzeugen könne, deren Temperatur der Innenwärme gleichkommt und an deren Veränderungen nach Höhe und Zeit Theil nimmt. In der That zeigte es sich, dass sich bei dem zu beschreibenden Verfahren die Haut der Messungsstelle im Laufe einer Viertelstunde ganz bedeutend röthete, ihre Gefässe erweitert waren, so dass man hier die nur um eine durch die Wärmeleitungsverhältnisse der Haut bedingte Grösse verminderte Blutwärme beobachten konnte. Da diese Versuche zeitlich vor denen über die Wärmedurchlässigkeit der Haut des Neugeborenen liegen, welche ich damals auf Grund der Arnheim'schen Angaben für grösser als beim Erwachsenen hielt, so schien mir der hierdurch bedingte Unterschied zwischen der zur Beobachtung kommenden und der Blutwärme beim Neugeborenen also geringer zu sein.

Bedeutungsvoller jedoch als die Irrthümlichkeit dieser Voraussetzung war die Gleichstellung der localen Blutwärme mit der mittleren Körperwärme. Es war mir zwar bekannt, dass z. B. Römer angegeben hatte, dass die Temperaturschwankungen in der Hohlhand etwa fünfmal grösser seien als im Mastdarm, dass nach C. Taylor die Wärmeunterschiede zwischen Mastdarm, Scheide und Achselhöhle auch unter gewöhnlichen Verhältnissen wechseln, aber diese Bedenken schienen mir für den Neugeborenen und bei meinem Verfahren von weit geringerer Bedeutung zu sein. Die Blutbewegung ist beim Neugeborenen eine raschere und bei der Art seiner Bekleidung die Blutvertheilung eine gleichmässigere, demnach musste die Bluttemperatur eine an den einzelnen Körperstellen wenig verschiedene sein; während die anderen Beobachter wahre Hauttemperaturen gemessen hatten, erhielt ich Aufschluss zwar nicht über die mittlere, aber doch über die, meiner Voraussetzung nach von derselben kaum verschiedene, locale Blutwärme.

Ich liess mir von Ch. F. Geissler Sohn in Berlin mehrere

Thermometer verfertigen, deren Gefäss aus einem fast geschlossenen Kreise, einer Schneckenwindung bestand, die einen kreisrunden Durchschnitt besass. Letzteres ist sehr wichtig, weil die Glaswandung des Gefässes um so eher einem Drucke nachgeben und damit die Quecksilbersäule in die Höhe treiben kann, mit je breiterer Fläche sie aufliegt, während meine Thermometer, welche dem Körper nur längs einer Linie anlagen, bei starkem Drucke die Säule um höchstens 0,1° steigen liessen. Das Quecksilbergefäss wurde in eine überall mit Watte ausgestopfte Kautschukkappe genäht, die durch einen oben offenen Ring ausgedehnt wurde und selbst wiederum an einer breiten, mit Watte unterlegten Binde befestigt war. Das Thermometer wurde neben der rechten Brustwarze derart aufgebunden, dass die in Zehntelgrade getheilte Scala nach unten aus der Kleidung hervorragt, indem Hemdchen, Windel und Decke durch besondere Anlegungsart die Gradtheilung frei hervorschauen liessen, so dass die Ablesung ohne jede Lüftung der Hüllen vorgenommen werden konnte. Schwierig blieb es, sich während des Versuches davon zu überzeugen, ob sich nicht im Laufe desselben die Binden irgendwie gelockert, oder das Thermometer verschoben hätte. Ich musste vielmehr jene Beobachtung ausschliessen, bei welcher dies am Schlusse wirklich der Fall war.

Ich habe vergleichende Prüfungen zwischen diesem und dem früher angewandten Verfahren angestellt, zugleich in der Hoffnung mich dabei über jene merkwürdigen Angaben aufzuklären, nach denen bei Neugeborenen die Achselhöhle oft wärmer sein soll, als der Mastdarm[1]). Beim Erwachsenen wurde ein derartiges Verhalten nur nach kalten Bädern von Fiedler-Hartenstein und Riegel beobachtet. Erstere erklärten dasselbe in Erinnerung der Reibungstheorie der thierischen Wärme nach der Weise, dass sie annahmen, dass einige Zeit nach dem Bade die zuerst verengten Hautgefässe sich wieder erweitern, und dass nun durch die grössere Reibung, welche durch den gesteigerten Blutstrom bedingt werde, eine Vermehrung des Stoffwechsels entstehe. Riegel dagegen meint, dass man es unter solchen Umständen in der Achselhöhle mit der Muskeltem-

1) W. Squire will eine solche Beobachtung während der Blüthe der Impfpusteln bei einem am Oberarme geimpften Kinde gemacht haben.

peratur, im Mastdarme mit der Hauttemperatur zu thun habe. Anscheinend ohne jede Beziehung zu diesen Beobachtungen an Erwachsenen ist die von Parrot an atrophischen Kindern, von A. René aber auch bei wohlausgetragenen, gesunden Neugeborenen sehr häufig beobachtete Umkehr der Temperaturverhältnisse im Mastdarme und in der Achselhöhle. Parrot will dieselbe daraus erklären, dass bei herabgekommenen Kindern nur das Gehirn und die Leber noch Wärme erzeugen sollen, die diesen Theilen näher gelegene Achselhöhle also wärmer sein müsse als der weiter entfernte Mastdarm. Diese Deutung passt schon nicht mehr für die René-schen Angaben, welcher selbst von einer Erklärung absieht. In meinen eigenen Versuchen, von denen ich zwei sofort folgen lasse, konnte ich eine, der beschriebenen ähnliche Erscheinung nicht beobachten, glaube aber doch die Anschauung vertreten zu sollen, dass es sich bei Parrot und René nur darum gehandelt habe, dass der Mastdarm des Neugeborenen erst etwa in 5 cm Tiefe (vergl. die Untersuchungen von Högyes) eine von der Aussenwärme wenig beeinflusste Messungsstelle bietet, während bei oberflächlicherer Einführung des Thermometers und bei länger dauernder Entblössung des Afters die beobachtete Temperatur um so niedriger sein wird, je geringer die Dicke der zwischen der Messungsstelle und der Oberfläche liegenden Schichten ist, also am niedrigsten bei herabgekommenen Individuen, deren Fettpolster geschwunden ist. Kehren wir nach dieser Abschweifung zum Gange unserer Untersuchungen zurück.

Versuch II. Klinik Gusserow. 24. Juni 1885. Knabe Szepansky geb. 21. Juni. Gewicht 3360 g. Beide Thermometer um 9 h 30 vormittags angelegt.

Zeit	Mastdarm	Künstliche Achselhöhle	Unterschied
9,45	35,27	34,95	0,32
10	35,2	35,2	0
10,15	35,3	35,2	0,1
10,30	35,5	35,25	0,25
10,45	35,7	35,25	0,45
11	35,5	35,1	0,4

Versuch III. Daselbst, am selben Tage. Mädchen Neugebauer geb. 22. Juni. Die beiden Thermometer um 2 h 15 nachmittags angelegt.

Zeit	Mastdarm	Künstliche Achselhöhle	Unterschied
2,30	36,75	35,6	1,15
2,45	36,75	36,2	0,55

Zeit	Mastdarm	Künstliche Achselhöhle	Unterschied	
3	36,9	36,3	0,6	
3,15	36,87	36,35	0,52	
3,30	37,0	36,3	0,7	
3,45	37,02	36,4	0,62	
4	37,0	36,35	0,65	
4,15	37,02	36,55	0,47	Um 4,15 ins Bett d. Mutter.
4,30	37,02	36,75	0,27	
4,45	37,0	36,85	0,15	Um 4,45 aus dem Bett.
5	36,9	36,9	0	
5,15	36,85	36,8	0,05	Um 5,15 Entblössung.
5,16	37,0	36,82	0,18	
5,18	36,9	36,75	0,15	

Diese beiden Beobachtungen sind nach verschiedenen Richtungen bemerkenswerth. Erstens zeigen sie wiederum die unregelmässigen Schwankungen der Körperwärme des Neugeborenen, woferne wir die 5 cm tief im Mastdarme gemessene Temperatur als Ausdruck derselben betrachten dürfen. In der ersten Beobachtung beträgt die Schwankungsbreite innerhalb 1¼ Stunden 0,5°, in der zweiten innerhalb 2½ Stunden 0,27°, wobei es nichts Zufälliges ist, dass die grössere Schwankungsbreite mit der auffallend niedrigen Körperwärme — am 4. Lebenstage! — zusammentrifft. Die künstliche Achselhöhle erreicht nach ¼ bis ½ Stunde (amphiboles Stadium der peripheren Temperatur nach E. Schwarz) eine um 0,0° bis 0,7° niedrigere Temperatur, als im Mastdarme beobachtet wurde, welche den Schwankungen der Mastdarmwärme im Grossen und Ganzen aber nicht gleichmässig folgt. In Versuch II ist die Wärme der künstlichen Achselhöhle stetiger als die des Mastdarmes, in Versuch III ist das Umgekehrte der Fall. In letzterem sehen wir bei Entblössung — am 3. Lebenstage — die Mastdarm- und die Brusttemperatur durch eine Minute in die Höhe gehen, eine Beobachtung, der wir in der Folge noch weitere, planmässig angestellte anreihen wollen. Für jetzt handelt es sich aber darum, ob bei Anwendung meines thermometrischen Verfahrens die beobachteten Unterschiede zwischen der Temperatur der künstlichen Achselhöhle und der des Mastdarmes klein genug waren, um die weiteren Versuche über die Wärmebeweglichkeit in ihrer Beweiskraft nicht zu beeinträchtigen. Das konnten aber erst diese selbst lehren, welche

ich auch thatsächlich zeitlich vorangehen liess. Von den drei Versuchen, die ich in dieser Richtung angestellt habe und die wiederum auf die verschiedene Geburtszeit Rücksicht nahmen, lasse ich nur einen ausführlich folgen.

Versuch IV. Klinik Gusserow. Werning II para. Kind geboren 6. Mai 10 h 4 vormittags. 3030 g schwer, 48,5 ccm lang. Die käsige Schmiere wird mit Oel abgerieben, das Kind aber während der ganzen Versuchsdauer nicht gebadet. Um 10 h 14 ist es angezogen. Thermometrie der künstlichen Achselhöhle. Das Kind ist immer gesund und frisch, nimmt allem Anscheine nach an Gewicht zu.

Zimmertemperatur 18⁰.

6. Mai	10,30 vorm.	34,85	
	11	35,4	
	12	36,4	
	12,55	36,7	
	2	36,8	2 In ein anderes Bett.
	3	36,6	
	4	36,72	
	5	36,8	
	6	36,85	
	7	36,5	
	8	36,7	8 Nacht.
	9	36,7	9,45—10 Brust.
	10	36,65	
	11	36,7	11—11,5 Brust.
	12	36,9	
7. Mai	1	—	
	2	36,9	
	3	—	
	4	36,9	
	5	—	5 Tag.
	6	36,7	
	7	—	
	8	36,9	
	9	36,9	
	10	36,8	
	11	36,7	11,5—11,45 Brust.
	12	36,8	
	1	36,8	12,30—1 Brust.
	2	37,0	
	3	—	
	4	37,2	4,30—5 Brust.
	5	37,0	
	6	36,95	
	7	36,55	
	8	37,1	8 Nacht.
	9	37,0	

7. Mai	10	37,0	
	11	—	
	12	37,2	
8. Mai	1	—	1,45—2 Brust.
	2	37,1	
	3	—	
	4	37,4	
	4,45	37,8	
	5	—	5 Tag. Frische Windel.
	6	37,1	
	7	37,3	
	8	37,4	
	9	37,25	9,30—10,15 Brust.
	10,15	37,4	
	11	—	
	12	37,8	12,30—12,45 Brust.
	12,45	37,3	
	1	37,35	
	2	37,32	1,45—2,15 Brust.
	3	37,42	
	4	37,5	
	5	37,25	
	6	37,25	6—6,15 Brust.
	7	37,15	
	8	37,1	8 Nacht.
	9	36,52	8,45—9 Brust.
	10	37,1	
	11	—	
	12	37,3	
9. Mai	1	—	Von 1—4 liegt das Kind im Bette der Mutter und wird um 2 h von dem Körper derselben bedeckt ganz heiss und mit stark geröthetem Gesicht gefunden.
	2	38,0	
	3	—	
	4	37,5	
	5	—	5 Tag.
	6	37,25	
	7	—	
	8	36,95	
	9	37,3	
	10	37,2	
	11	37,25	
	12	37,0	12 Brust.
	1	37,3	
	2	37,4	
	3	37,4	
	4	36,9	
	5	36,9	

Der hier ausgewählte Versuch ist zwar lückenhaft, weil ich damals bereits eine 36stündige Messungsperiode eines anderen Versuches hinter mir hatte und durch den Schlag der Weckuhr nicht mehr regelmässig geweckt wurde, die beiden anderen Versuche zeigten weit bedeutendere Schwankungen der Temperatur, aber an dieser Stelle soll der ausführlich angeführte Versuch nur zeigen, dass die angewandte Versuchsanordnung wahrscheinlich den Gang der Körperwärme darstellt, dass aber die auf Grund der vorhergehenden Versuche mit einer Differenz in der Breite von 0° bis 0,5 berechneten Mastdarmwerthe ein wesentlich verschiedenes Bild hätten liefern können. Für meine Versuche kam es mir aber auf vollkommene Sicherheit an, und so verliess ich das eben beschriebene Verfahren wenigstens bei der Sicherstellung der zufälligen Wärmeschwankungen des Neugeborenen, nachdem deren Bestehen durch die Versuche I, II, III hinreichend erwiesen worden war. Dabei musste ich aber darauf verzichten, die Beziehung dieser Schwankungen zur Geburtszeit, auf die ich weiters zu sprechen kommen werde, durch eigene Beobachtungen zu erforschen.

Die Wärmebeweglichkeit der ersten Tage war in ihrer deutlichsten Erscheinung, in dem Auftreten der zufälligen Schwankungen nachgewiesen, nun hiess es der Erklärung jener nachzugeben. Mit Unrecht hat man aus dieser Wärmebeweglichkeit sofort auf eine mangelhafte Wärmeregelung geschlossen; die Verhältnisse der ersten Tage sind so verwickelt, die zur Erklärung heranzuziehenden zufälligen und physiologischen Umstände so mannigfaltig, dass in dieser für unsere Anschauungen über das Zustandekommen der regulatorischen Vorgänge nicht unwichtigen Frage keineswegs ohne Zuhilfenahme des Experimentes entschieden werden kann.

Die Wärmebeweglichkeit der ersten Lebenstage könnte nämlich bedingt sein: I. durch mehr zufällige Verhältnisse und zwar:

1. durch rein pathologische, d. h. durch leichtere Veränderungen, etwa der entzündlichen Abstossung des Nabelschnurrestes, oder sie könnte durch das in den ersten Tagen stattfindende Eindringen von pflanzlichen Keimen in den Dauungsschlauch hervorgerufen werden;
2. durch den Hungerzustand der ersten Lebenstage einerseits, durch die häufige Nahrungsaufnahme andererseits;

3. durch das Aufeinanderwirken zweier den Wärmegang beeinflussenden Factoren, von denen der eine in Beziehung zur Geburtszeit steht, der andere sonst in der Tageswelle zum Ausdrucke gelangt.

Diese Ursachen sind mehr zufällige, weil sie nicht unmittelbar von dem Organismus des Neugeborenen abhängen, sie können bald fehlen, bald und in wechselnder Stärke vorhanden sei.

Es können aber für die Wärmebeweglichkeit der ersten Tage II. physiologische Bedingungen bestehen und zwar:

4. das Verhältniss der Körperfläche zum Körperinhalte;
5. die Wärmedurchlässigkeit der Haut und endlich
6. die unvollkommene Ausbildung des Wärme regelnden Apparates.

Letztere, sei es durch Ausschliessung der übrigen Ursachen oder aber unmittelbar zu beweisen, war mein Ziel.

Wenn man die eben gegebene Uebersicht der in Frage kommenden Ursachen mit den aphoristisch ausgesprochenen Meinungen der früheren Forscher vergleicht, so fehlt in derselben die doch am häufigsten wiederholte Ansicht, dass die besonderen Wärmeverhältnisse des Neugeborenen und damit die Schwankungen seiner Körperwärme von einer ungenügenden Wärmeerzeugung herrühren. Eine solche wurde zuerst von Edwards angenommen und dessen Angabe von Mignot (S. 14). Den Widerspruch zwischen seinen eigenen Beobachtungen und dieser Lehrmeinung sucht er durch gewagte Schlussfolgerungen aus der Lavoisier'schen Theorie zu beseitigen), Gavarret (De la chaleur produite par les êtres vivants. 1855. S. 319 und 325), Löschner wiederholt. Eröss (III. S. 27) spricht dasselbe wenigstens für die frühzeitigen und herabgekommenen Kinder aus. Allix (S. 202) war der Einzige, der Edwards gegenüber die in Folge der geringeren Körpergrösse beziehentlich bedeutendere Wärmeerzeugung des Neugeborenen betont hat.

Dort wo wirklich eine dauernd geringere Wärmeproduction des Neugeborenen angenommen werden muss, dort ist diese Herabsetzung nicht das Erstursächliche, dort bedeutet der Hinweis auf eine geringere Erzeugung keine Erklärung, sondern nur eine Um-

schreibung. Man darf eben den Neugeborenen nicht mit einem Ofen vergleichen, — und dies scheint wirklich Manchen vorgeschwebt zu haben, — welcher keine gleichmässig hohe Wärme besitzt, weil ihm nicht immer genügender Brennstoff zur Verfügung steht. Vielmehr steigt bei demselben herabgekommenen Säuglinge, der Tage lang Temperaturen unter 36° hatte, die Körperwärme bis zu subfebriler Höhe, sobald eine fieberhafte Erkrankung auftritt und damit ein starker innerer Reiz wirksam wird, wie wir ihn als Ursache des Fiebers annehmen. Also selbst beim vollkommen atrophischen Kinde kann man nicht an einen Aufbrauch des Brennstoffes denken, umsoweniger also beim neugeborenen Kinde überhaupt.

Ich will mich nun, entsprechend der oben gegebenen Reihenfolge, den einzelnen Ursachen der Wärmelabilität und ihrer Bedeutung für die uns beschäftigende Frage zuwenden.

1. Die pathologischen Bedingungen der Wärmelabilität.

Dass Krankheit und Kränklichkeit in einer übergewöhnlichen Wärmebeweglichkeit zum Ausdruck gelangen können, hat Wunderlich (S. 5, 123) wiederholt hervorgehoben, doch ist man dieser Erfolg versprechenden, thermometrischen Frage seither nicht weiter nachgegangen. Man hat zweifelsohne drei Reihen pathologischer Wärmelabilität zu unterscheiden.

Einmal handelt es sich in Fällen, welche man noch nicht als Krankheit auffasst, um Unterbrechung des regelmässigen Wärmeganges durch Temperatursteigerungen bis zur subfebrilen Höhe. Wir haben es dann mit wenig ausgedehnten oder chronisch ablaufenden Processen zu thun, welche die Wärmebildung vielleicht dauernd, allein nicht in einem derartigem Maasse vermehren, dass sich die Körperwärme nicht durch ebenmässig gesteigerte Abgabe innerhalb der gewöhnlichen Grenzen zu halten vermöchte. Erst wenn es in Folge rein äusserer oder aber innerlicher Bedingungen zur Hemmung der Wärmeabfuhr, oder wenn es, unabhängig vom pathologischen Vorgange, durch zufällige Umstände zu weiterer Steigerung des Stoffzerfalles kommt, findet die Krankheit ihren vorübergehenden thermischen Ausdruck. Das Gegentheil — die Wärmebeweglichkeit mit dem Streben nach subnormalen Temperaturen — dürfte bei sonst als gesund angesehenen Menschen vielleicht nur im Greisen-

alter vorkommen; sie findet sich aber bei Genesenden, bei welchen die Wärmeabgabe wegen Schwund des Hautfettes vermehrt, möglicherweise auch die Wärmeerzeugung vermindert ist. Ob es thatsächlich noch eine dritte Form der constitutionellen Wärmebeweglichkeit gibt, bei welcher die Ausschläge regellos nach oben und unten gehen, und die man auf Gebrechen der nervösen Werkzeuge, etwa auf weitverbreitete thermische Anästhesien, auf Störungen im vasomotorischen Systeme beziehen dürfte, scheint nach den bisherigen Angaben noch ganz zweifelhaft, ob zwar eben diese Form die höchste Bedeutsamkeit besitzen würde. Am ehesten könnte man noch die an Hysterischen beobachteten Unregelmässigkeiten der Körperwärme hierher setzen.

Sowohl die erste als die zweite Form können bei Temperaturbeobachtungen an Neugeborenen in Frage kommen, und so wollte auch schon Wunderlich (S. 103) einen Theil der Wärmelabilität des Neugeborenen als auf pathologischen Ursachen beruhend angesehen wissen. Dies mit umsomehr Recht, als Eröss (II S. 221) die Neugeborenen zur fieberhaften Reaction besonders gut geeignet findet, eine Behauptung, welcher für das ganze Kindesalter von A. F. Hecker, Schreber, Schöpf-Merei, Politzer und A. Pasquali beigepflichtet wird. Da jedoch in meinen Beobachtungen jegliche sichtbare Störung fehlte — entzündliche Abstossung des Nabelschnurrestes, Katarrhe der ersten Wege — so könnte nur noch das Eindringen der Mikroorganismen in den Körper, welches schon in den ersten Lebensstunden stattfindet, als eine pathologische Ursache verdächtigt werden, welche bei dem bereits an diese ständigen Gäste und ihre Stoffwechselproducte gewöhnten erwachsenen Menschen keinerlei Erscheinungen hervorruft, beim Neugeborenen aber wenigstens als Wärmebeweglichkeit zum Ausdrucke gelangt. Solange man also nicht den Versuch gemacht haben wird, eine Geburt in völlig pilzfreier Luft ablaufen und den Neugeborenen in derselben leben zu lassen, muss es fraglich bleiben, ob die Wärmelabilität des Neugeborenen nicht wirklich in jedem Falle theilweise als pathologische Erscheinung aufzufassen sei.

Es ist somit bei Wärmebeobachtungen an Neugeborenen auch den leichten pathologischen Vorgängen

besonderes Gewicht beizulegen, zur Erklärung der Wärmebeweglichkeit in den ersten Tagen darf man jedoch nur dann auf pathologische Bedingungen zurückgehen, falls man der Ansiedlung der Mikroorganismen in den Dauungsschlauch eine solche Bedeutung beilegt.

2. Ungenügende Ernährung und häufige Nahrungsaufnahme als Ursache der Wärmelabilität.

Aus den berühmten Untersuchungen Chossat's geht hervor, dass die Körperwärme bei hungernden Thieren dergestalt sinkt, dass z. B. bei Tauben die Mittagstemperatur im Mittel aller während der Hungerzeit angestellten Beobachtungen um 0,52°, die Mitternachtstemperatur dagegen um 3,06° niedriger gefunden wurde als bei wohlgenährten Thieren, und zwar war die Mittagstemperatur im ersten Drittel der Hungerzeit um 0,1°, im zweiten um 0,35°, im letzten um 0,85°, die Mitternachtstemperatur wiederum in den entsprechenden Zeitabschnitten um 1,63°, 2,76°, 4,15° gefallen, so dass die Tagesbreite, welche bei zureichender Nahrung 0,74° beträgt, nacheinander auf 2,3°, 3,2° und 4,1° stieg. Da ausserdem Chossat angibt, dass in der späteren Hungerzeit geringgradige Reize, wie das Einführen des Thermometers in die Cloake, die Körperwärme in die Höhe treiben, so können wir aus diesen beiden Thatsachen den Nahrungsmangel oder die ungenügende Ernährung als eine Ursache der Wärmebeweglichkeit erkennen.

Denselben Schluss gestatten die Versuche Nassaroff's, in denen er nachwies, dass sich hungernde Thiere unter gleichen Umständen rascher erwärmen und abkühlen als gut ernährte, welche letztere sich vielmehr an Erwärmung und Abkühlung acclimatisiren. Zum Belege seien hier die Endergebnisse einiger von ihm ausgeführten Versuche ausgezogen, bei denen es sich rücksichtlich des einzelnen Versuchsthieres um vollkommen gleiche Bedingungen gehandelt hat.

A. Erwärmungsversuche.

1. Normal ernährter Hund.		Die Körperwärme stieg während des Versuches um		2. Hungernder Hund.	
1. Tag	Gewicht 4370 g	8,5°		1. Tag	Gewicht 6150 g
3. „	„ 4377 „	8,3°	3,7°	4. „	„ 5724 „
5. „	4420 „	2,9°	3,8°	8. „	„ 5420 „
			5,4°	10. „	„ 5166 „

B. Abkühlungsversuche.

1. Normal ernährter Hund.		Die Körperwärme fiel während des Versuches um		2. Hungernder Hund.	
1. Tag	Gewicht 9150 g	2,4°			
3. „	„ 9040 „	2,2°	8,3°	3. Tag	Gewicht 4162 g
5. „	„ 9000 „	0,9°	10,8°	6. „	„ 3820 „

Für die Verhältnisse beim Menschen liegen die Untersuchungen Jürgensen's[1]) vor, welche ergeben, dass ein- bis zweitägiges Fasten zwar das Tagesmittel etwas herabsetzt, dagegen ohne merklichen Einfluss auf die Wärmebeweglichkeit bleibt. Das spricht nachstehende Zusammenstellung aus.

	Max.	Min.	Tagesbreite	Max. (der Stundenschwank.)	Mittel (der Stundenschwank.)	Tagesmittel
Vogel. Tab. V. 1. Hungertag	37,3	36,9	0,4	0,2	0,06	37,00
„ VII 1. „	37,3	36,7	0,6	0,2	0,08	36,97
„ VIII. 2. „	37,5	36,7	0,8	0,3	0,07	37,09
Mittel	37,36	36,76	0,6	0,23	0,07	37,02
Mittel aus 10 Beobachtungen bei voller Ernährung	37,54	36,7	0,86	0,28	0,0816	37,138

Ich selbst habe den Einfluss des Hungers an Hunden studirt, welche sich in einem Käfig innerhalb eines gleichmässig erwärmten Zimmers ganz ruhig verhielten. Hier wie in allen übrigen Versuchen an Hunden wurde das Thermometergefäss genau 7 cm tief in den Mastdarm eingeführt und jedesmal nach 5 Minuten der Stand abgelesen.

Versuch V. Von Voit's Laboratorium. Grosse schwarze langhaarige Hündin, 27 kg 600 g schwer, hungert seit 22. October 1885 morgens. 23. October 2. Hungertag.

Zeit	Mastdarmtemp.	Zimmerwärme
9 vorm.	38,9	14,4
10 „	39,0	15,2
11 „	38,9	15,8
12 mittags	38,8	16,2
1 nachm.	38,6	16,2
2 „	38,8	16,2
3 „	38,85	16,2
4 „	38,9	15,8
5 „	39,0	15,6
6 „	39,0	15,2

1) Die übrige Literatur findet sich bei Finkler: Ueber die Respiration in d. Inanition. Arch. f. d. ges. Physiolog. Bd. 23, 1880, S. 175.

Beobachtungsmittel 38,875°, Schwankungsbreite 0,4°, Maximum der Stundenschwankung 0,2°, Mittel derselben 0,1°.

Versuch VI. Dieselbe. 24. October 3. Hungertag. Wiegt am Schlusse desselben 26 kg 500 g.

Zeit	Körpertemp.	Zimmerwärme
9 vorm.	38,72	14,4
10 „	38,85	15,6
11 „	38,6	16,2
12 mittags	38,6	16,2
1 nachm.	38,62	16,2
2 „	38,3	16,2
3 „	38,6	16,2
4 „	38,62	16,2
5 „	38,8	16,2
6 „	38,7	15,8

Beobachtungsmittel 38,691°, Schwankungsbreite 0,55°, Maximum der Stundenschwankung 0,32°, Mittel derselben 0,146°.

Versuch VII. Kleiner schwarzer Hund 7 kg. Hungert seit 29. Oct. 1885 mittags. 30. October 1½. Hungertag. Wiegt am Ende desselben 6 kg 800 g.

Zeit	Körpertemp.	Zimmerwärme
9 vorm.	38,6	15,0
10,15 „	38,6	16,2
11 „	38,7	16,8
12 mittags	38,71	16,8
1 nachm.	38,7	16,8
2 „	38,71	16,8
3 „	38,7	16,5
4 „	38,72	16,2
5 „	38,6	16,2
6 „	38,7	16,2

Beobachtungsmittel 38,674°, Schwankungsbreite 0,12°, Maximum der Stundenschwankung 0,12°, Mittel derselben 0,042°.

Tabelle über Versuche V—VII.

			Schwankungsbreite von 9 vorm. bis 6 nachm.	Maximum der Stundenschwankung	Mittel der Stundenschwankung
Versuch VII.	1½ Hungertag	Gew. 6800 g	0,12°	0,12°	0,042°
„ V.	2. „	„ 27600 „	0,4°	0,2°	0,1°
„ VI.	3. „	„ 26500 „	0,55°	0,32°	0,146°

Es geht aus allen in der Literatur angeführten, sowie aus meinen eigenen Versuchen hervor, dass der Hungerzustand einen deutlichen und zwar in der späteren Hungerzeit einen weit beträcht-

licheren Einfluss auf die Wärmebeweglichkeit besitzt, der jedoch beim erwachsenen Menschen wenigstens in den zwei ersten Hungertagen nicht zur Geltung gelangt.

Ob die Jugend der Thiere diesen Einfluss des Hungerzustandes verändert, darüber konnte ich leider aus Mangel an verwerthbarem Materiale seiner Zeit keine Versuche anstellen. Dieselben wären übrigens, wie aus nachfolgenden Erörterungen hervorgeht, so ausgedehnt und langwierig gewesen, dass sie besser für eine besondere Untersuchung aufgespart bleiben. Hier sei nur so viel erwähnt, dass derartige Experimente an bereits abgestillten Thieren angestellt werden müssen, um die Erwärmung durch das Mutterthier auszuschliessen, und dass eine grosse Schwierigkeit darin liegt, bei kleinen, hungrigen Hunden der fortwährenden Unruhe derselben entgegen zu wirken, welche natürlich die Körperwärme beeinflusst, während grosse Thiere das Fasten ohne Aufregung ertragen. Ich muss mich daher mit Schlussfolgerungen begnügen, welche auf unseren Anschauungen über den ursächlichen Zusammenhang von Hungerzustand und Wärmebeweglichkeit aufgebaut sind.

Für die Wärmelabilität während des Hungers bestehen zwei Ursachen: Der hungernde Körper lebt von seinen organisirten Vorräthen, das Hautfett schwindet deshalb, und die Wärmeabgabe wird dadurch wieder ganz bedeutend gesteigert. Der Hungerzustand wird später auch die Empfindlichkeit der nervösen Werkzeuge herabsetzen, deren Einstellung wird eine gröbere, so dass es eines stärkeren Reizes bedarf, um sie zur Thätigkeit anzuregen.

Bei jungen Thieren wird sicher der erste, bei neugeborenen wohl beide Factoren frühzeitiger zur Geltung kommen. Der Stoffverbrauch des kleineren Thieres ist ein bedeutenderer, das junge Thier hat einen geringeren Fettvorrath, und das neugeborene ausserdem ein rascher ermüdendes Nervensystem. So lange es sich also nur um den Einfluss der durch den Fettschwund gesteigerten Wärmeabgabe handelt, wird die Wärmelabilität nicht der Dauer des Hungerzustandes entsprechend gleichmässig bei jungen und alten Thieren zunehmen, wohl aber etwa entsprechend dem procentischen Gewichtsverluste; insoferne aber die Herabsetzung der regelnden Thätigkeit des Nervensystems ins Spiel kommt, wird die Wärme-

labilität bei Neugeborenen noch früher eintreten, als dem procentischen Gewichtsverluste entspräche.

Es fragt sich nun, ob diese Betrachtungen für die Erklärung der Wärmelabilität in den ersten Tagen von Bedeutung seien. Thatsächlich findet bei der grössten Zahl der Neugeborenen eine Gewichtsabnahme statt, die zum Theile auf den Verlust an Kindspech, Harn, auf die Wasserabgabe von der Haut und durch die Lungen, zu einem geringeren aber darauf zu beziehen ist, dass der Neugeborene bei seiner Mutter keine oder nur ungenügende Nahrung vorfindet. Allein deshalb von Inanition zu sprechen und auf dieselbe, wie dies Eröss (II 199) gethan hat, die Unbeständigkeit der Körperwärme zu beziehen, scheint mir ungerechtfertigt. Ich habe mich auch durch äussere Umstände abhalten lassen — auf der Gusserow'schen Klinik befand sich zur Zeit nur eine im Entbindungszimmer verwendete Waage — die Gewichtsschwankungen meiner Versuchskinder täglich zu verfolgen, allein da dieselben jedesmal die Brust oder die Flasche bekamen, sobald sich ihr Nahrungsbedürfniss geltend machte, da ihr Hautfett keine bemerkbare Abnahme zeigte, ihre nervöse Thätigkeit nicht herabgestimmt war, glaube ich dem Hunger keinen Antheil an der beobachteten Wärmebeweglichkeit zuschreiben zu sollen.

Weit bedeutsamer scheint mir die Frage zu sein, ob nicht die häufige Nahrungsaufnahme Neugeborener die Schwankungen ihrer Körperwärme bedingen könne. Wir wissen aus den Versuchen von Lichtenfels und Fröhlich, Jürgensen und D. K. Rodsajewski, dass die Nahrungsaufnahme die Körpertemperatur beeinflusse. Abgesehen von einem anfänglichen Sinken derselben, das noch immer nicht derart nachgewiesen ist, dass man es nicht auf die Temperatur der eingeführten Speisen beziehen könnte, kommt es jedenfalls einige Zeit nach der Nahrungsaufnahme infolge der Steigerung des Stoffwechsels zu einer Erhöhung der Körperwärme, welche freilich nicht jedesmal ausgesprochen ist und mehr als wenige Zehntel Grade nur dann beträgt, wenn vorher gehungert wurde. Aehnliche Beobachtungen wollen ja auch die S. 44 genannten Forscher bei Säuglingen gemacht haben, aber ich habe schon dort betont, dass diese Angaben noch eine andere, näher liegende Deu-

tung zulassen. Vielmehr glaube ich, dass der häufigen Nahrungsaufnahme keinerlei ursächliche Beziehung zu den Wärmeschwankungen zukommt, weil sich sonst in meinen Versuchen eine regelmässige, zeitliche Aufeinanderfolge von Nahrungsaufnahme und Temperaturschwankung hätte nachweisen lassen müssen, was nicht der Fall war. Zudem sei noch hervorgehoben, dass die Wärmeschwankungen doch nur ein Zeichen der Wärmebeweglichkeit darstellen, welche noch durch andere Erscheinungen für den Neugeborenen nachgewiesen ist. Die wiederholte Nahrungsaufnahme könnte also höchstens jene, aber nicht die Wärmelabilität überhaupt erklären.

Aus alledem geht hervor, dass bei Wärmebeobachtungen an Neugeborenen zwar die wirkliche Inanition im Auge zu behalten sei, dass aber weder diese, noch die häufige Nahrungsaufnahme bei Erklärung der Wärmebeweglichkeit der ersten Tage eine Rolle spielen.

3. Das Aufeinanderwirken zweier, den Wärmegang bestimmenden Factoren als Ursache der Wärmelabilität.

Wirken auf einen Körper verschiedene Kräfte ein, so wird unter bestimmten Umständen sein Gleichgewicht ein labiles. Ich stelle mir nun vor, dass, sobald der Gang der Körperwärme durch zwei zeitlich verschiedene, aber ihrer Stärke nach mehr weniger gleiche Factoren beeinflusst wird, die Wärmestetigkeit dadurch vermindert werde, so dass Einwirkungen, die sonst wirkungslos vorübergehen, jetzt zur Geltung gelangen. Der eine dieser Factoren ist immer jener, der in den regelmässigen Tagesschwankungen zum Ausdrucke gelangt.

Für meine Anschauung scheint die Thatsache zu sprechen, dass in den Versuchen Jürgensen's, wenn am vorhergehenden Tage die Körperwärme durch Bäder oder anstrengende Arbeit erhöht und dadurch nach dem Gesetze der Compensation eine spätere Verminderung derselben ausgelöst worden war, der folgende Tag in den Stundenschwankungsgrössen deutliche Zunahme der Wärmelabilität zeigte.

Vogel	Maximum	Minimum	Tagesbreite	Maximum der Stundenschwankung	Minimum der Stundenschwankung	Tagesbreite
Tab. 48.	Am vorhergehenden Tage halbstündiges Dampfbad mit Temperatursteigerung bis 40,2.					
	37,5	36,45	1,05	0,4	0,091	37,04
Tab. 48.	Tags zuvor Arbeit mit Steigerung bis 38,7.					
	37,5	36,45	1,05	0,55	0,13	37,11
Tab. 50.	Tags zuvor Arbeit mit Steigerung bis 38,5.					
	37,5	36,15	1,4	0,45	0,109	37,11
Mittel aus 10 normalen Tagen	37,54	36,7	0,86	0,28	0,0816	37,138

Es ist mir ferner wahrscheinlich, dass sich auch im Wochenbette eine solche Wärmelabilität würde nachweisen lassen. Durch die noch die Geburt überdauernde Temperatursteigerung, welche als Folge der kräftigen Wehen betrachtet werden muss, wird eine wellenförmige Reaction ausgelöst, die in einem Minimum — 24 Stunden p. p. — und einem Maximum — am häufigsten am 4. Tage p. p. — zum Ausdrucke kommt. Es wirkt also bei der Wöchnerin neben dem die Tagesschwankungen bedingenden Factor noch ein zweiter, zeitlich von dem letzteren unabhängiger auf den Gang der Körperwärme ein. Thatsächlich finden sich in der Literatur[1]) ein-

1) C. Hecker, Temperaturbeobachtungen bei Wöchnerinnen. Charitéannalen Bd. 5 S. 333. 1854.

F. Winkel, Temperaturstudien bei der Geburt und im Wochenbette. Monatschr. f. Geb. Bd. 20. S. 409, 1862.

O. v. Grünewaldt, Ueber die Eigenwärme gesunder und kranker Wöchnerinnen. Petersb. med. Zeitschr. 1863, Heft 7.

F. Winckel, Beitr. zur Physiolog. und Path. des Wochenbettes. Monatschrift f. Geb. Bd. 22. S. 321. 1863.

Lehmann, Nederl. Tijdschr. v. Geneesk. 1865 (s. M. f. G. Bd. 27. 229.)

Schröder, Temperaturbeob. im Wochenbette. M. f. G. Bd. 27. S. 108.

O. Wolf, Beitr. zur Kenntn. d. Verh. d. Eigenwärme im Wochenbett. Marburger Diss. 1866.

A. G. Gruber, Beobacht. üb. Temperatur u. Pulsverhältnisse bei Gebärenden. Bern 1867.

Baumfelder, Beitr. zu d. Beob. d. Körperwärme. Leipzig Diss. 1868.

Lefort, Etudes cliniques etc. Strassburger These. 1869.

Wurster, Beitr. z. Tocothermometrie. Züricher Diss. 1870.

L. Buffet, D. l. thermométrie et du pouls ch. les femmes en couches. Pariser These 1877.

Howe, (cit. b. Schröder Geburtshilfe 6. Aufl. S. 218) Americ. Journ. of obst. Bd. 8. S. 57.

zelne Angaben (Hecker, v. Grünewaldt, Schröder), welche von unregelmässigen Schwankungen der Körperwärme bei Wöchnerinnen sprechen. Da aber noch keine stündlichen Messungen der Körpertemperatur nach der Entbindung vorliegen, die bisherige Literatur dieser Frage zudem unter dem Einflusse mehrerer Fehlerquellen steht, ist ein endgültiges Urtheil ohne neue Untersuchungen nicht gestattet.

Kehren wir nun zum Wärmegange des Neugeborenen zurück. Im ersten Theile dieser Arbeit (S. 435) habe ich des Weiteren ausgeführt und mit Beweisen zu belegen gesucht, dass die breiten Temperaturschwankungen der ersten Woche aller Wahrscheinlichkeit nach als Ausdruck einer wiederholten Nachwirkung der ersten Abkühlung anzusehen sind. Diese Wiederholung, das Abklingen der Compensationswelle, wird später nicht mehr so deutlich beobachtet, weil es eben im weiteren Leben nur mehr ausnahmsweise zu einer so beträchtlichen Abweichung von der mittleren Körperwärme kommt, wie sie in den ersten Stunden nach der Geburt die Regel ist. Haben wir es also mit einer Compensationswelle zu thun, so sind die hier besprochenen Bedingungen für das Eintreten der Wärmelabilität und zwar wegen der Höhe dieser Welle in einem Maasse erfüllt, wie es im späteren Leben kaum je der Fall ist.

Deshalb scheint mir eine Beobachtung Eröss', die ich selbst auf Grund der eben entwickelten Anschauungen gesucht aber nicht gefunden habe (s. Vorl. Mittheilung) von grosser Bedeutung. Dieser

---

J. Brennstuhl, Die Temperaturverhält. d. normalen Wochenbettes. Würzburger Diss. (o. J.)

Ein Theil dieser Literatur ist darum ganz werthlos, weil die Beobachtungen in die vorantiseptische Zeit fallen oder in Anstalten angestellt worden sind, in denen keine sichere Antisepsis durchgeführt wird. Je jüngeren Datums die hier angeführten Arbeiten sind, um so enger wird der Begriff „normales Wochenbett" gefasst, während Hecker und auch Winckel offenbar noch pathologische Fälle unter die normalen zählen. Für ebenso werthlos muss ich jene Beobachtungen erklären, in welchen die Körperwärme in der Achselhöhle gemessen wurde. Die benachbarte Brustdrüse beeinflusst das in der Achselhöhle liegende Quecksilbergefäss und lässt also als allgemeine Körpertemperatur erscheinen, was doch nur örtliche Wärme bedeutet. Siehe Emanuel Chatelet, Et. sur la température locale du sein après l'accouchement. Par. Th. 1884. Nr. 279.

sagt nemlich (II, 215): „Jene grossen Sprünge der Temperatur können in einer Anzahl der Fälle gerade in der Uebergangszeit der einzelnen maximalen und minimalen Abschnitte beobachtet werden, deutlicher gesagt, zu einer Zeit, wo im Sinne der Normalcurve das erste Maximum in das zweite Minimum (am 3. — 5. Tage) und das zweite Minimum in das zweite Maximum (6. — 8. Tage) übergeht". Es wäre diese Erscheinung in der Art zu deuten, dass die Beweglichkeit der Temperatur eben dann besonders hervortritt, wenn der Einfluss der ersten Abkühlung wegen Erzwingung einer neuen Hebung oder Senkung mit dem Einflusse der Tageszeiten im Streite liegt d. h. ersterer ziemlich dieselbe Stärke hat wie letzterer. Vielleicht liesse sich auch bei näherer Durchforschung der von Eröss nicht beigebrachten Einzelcurven aus der Tageszeit der Geburt erklären, warum er entgegen dieser Beobachtung auf eine grössere Anzahl Fälle gestossen ist, „wo in der zeitlichen Vertheilung der in Rede stehenden grossen Steigerungen und Fallen der Temperatur gar kein System aufzufinden war".

Ich komme also dazu, das Einwirken der beiden Factoren auf den Wärmegang als eine wesentliche Ursache der Wärmelabilität der ersten Tage anzusehen.

4. Die Körpergrösse als Ursache der Wärmelabilität.

Bergmann hat zuerst eingehend darauf aufmerksam gemacht, dass die Wärmeabgabe kleinerer Thiere beziehentlich bedeutender sein müsste, als die grösserer Thiere, weil die Oberfläche mit der Körpergrösse nur in quadratischem, das Körpergewicht und damit der Inhalt aber in cubischem Verhältnisse wachse. Sollen daher kleinere Thiere unter gleichen Aussenbedingungen ihre Körperwärme ebenso stetig erhalten wie grössere, also bei homoiothermen Thieren, so kann dies einmal durch besondere Schutzvorrichtungen geschehen, welche die Wärmedurchlässigkeit der Oberfläche vermindern, oder es wird sich die Wärmeerzeugung durch gesteigerten Stoffwechsel der vermehrten Abgabe anpassen müssen. Beide Voraussetzungen treffen zu.

Auf die mannigfachen Schutzvorrichtungen der kleineren Gattungen ist Bergmann in vergleichenden Studien eingegangen, ich

will hier nur noch einer Beobachtung erwähnen, welche ich selbst gelegentlich meiner Untersuchung über die Frage: „Ist ein unmittelbarer Einfluss der Grosshirnrinde auf die Gefässe nachgewiesen?“ (Virchow's Arch. Bd. CI, 276, 1885) gemacht habe, und die für die Art der Wärmeregulation kleiner Thiere von Bedeutung ist. Ich fand nämlich, dass grosse Hunde eine weit stetigere, der Temperatur des Innenkörpers naheliegende Pfotenwärme besitzen, während kleinere Hunde eine mit der Umgebungstemperatur sich in weiteren Grenzen bewegende periphere Wärme zeigen. Letztere sind also genöthigt, die periphere Blutvertheilung weit häufiger und mit grösserer Anstrengung zu regeln, ähnlich wie dieses Geigel für die unbekleideten Menschen dargelegt hat.

Dass kleinere Warmblüter einen beziehentlich stärkeren Kraft- und Stoffwechsel besitzen, darauf hat Rubner die Aufmerksamkeit in so umfassender Weise gelenkt, dass ich mich mit dieser Thatsache und deren Beweisführung nicht weiter zu beschäftigen brauche. Man kann auf Grund seiner Untersuchungen die Grösse des Stoffwechsels als Function der Oberfläche berechnen.

Hielte man sich allein an diese Thatsachen, so müsste man voraussetzen, dass kleinere Thiere eben so vollkommen ihre Körperwärme regeln als grosse; dagegen sprechen aber andere, in der Literatur angeführte Beobachtungen. Bei diesem Stande der Anschauungen war also die Entscheidung der Frage um so dringlicher geworden, welchen Einfluss die Körpergrösse auf die Wärmebeweglichkeit besitzt, d. h. ob kleinere Thiere derselben Art schlechter, eben so gut, besser oder nur nach einer Richtung hin schlechter ihre Wärme reguliren als grosse.

Es ist hier Folgendes zu erwägen: 1. Insoweit die physikalischen Bedingungen in Betracht kommen, müssen sich kleinere Thiere unter gleichen Umständen rascher erwärmen und abkühlen als grössere. Erstere werden also nach beiden Richtungen schon innerhalb engerer Grenzen zu reguliren gezwungen sein. Es kommt nun darauf an, ob bei beiden die Mittel der Regulation gleich gross sind; davon wird es abhängen, ob kleinere Thiere auch wirklich nach beiden Richtungen nur innerhalb engerer Grenzen reguliren können; 2. Betrachtet man zuerst die Wärmeabgabe als

Mittel der Regulation, so ist diese bei kleineren Thieren wirksamer, weil die beziehentlich grössere Oberfläche durch Verdrängung des Blutes beziehentlich mehr Wärme zurückhält, durch gesteigerte Blutfülle beziehentlich mehr Wärme abgibt. Es würde darnach das kleinere Thier nach beiden Richtungen innerhalb weiterer Grenzen oder weil ja die unter 1. genannten physikalischen Bedingungen immer in Kraft bleiben, vielleicht innerhalb derselben Grenzen wie das grössere Thier zu reguliren im Stande sein. 3. Nimmt man auf die Veränderungen der Wärmeerzeugung als Mittel der Regulation Rücksicht, so stehen zwei Möglichkeiten offen. a) Die relativ grössere Production kleinerer Thiere entspricht einer erworbenen, grösseren Zersetzungskraft ihrer Zellen, der Stoffwechsel kann um relativ ebensoviel herabgedrückt und gesteigert werden als der beziehentlich kleinere Stoffwechsel grösserer Thiere d. h. kleineren Thieren stehen gleich grosse Regulationsmittel nach beiden Richtungen hin zu Gebote als grösseren Thieren. b) Die stärkere Wärmeerzeugung kleinerer Thiere ist keine besondere Eigenschaft ihrer Zellen, sondern einzig durch die grössere Oberfläche und durch die damit gesteigerten Anforderungen bedingt. Der Stoffwechsel kleinerer Thiere steht dem möglichen Maximum so nahe, dass er wenig mehr erhöht, wohl aber herabgedrückt werden kann. Dann stehen also kleineren Thieren stärkere Regulationsmittel gegen die Erwärmung und geringere gegen die Abkühlung zu Gebote als grösseren Thieren. — Aus dieser Uebersicht geht mindestens das Eine hervor, dass sich die oben gestellten Fragen nicht im Vorhinein beantworten lassen, dass man vielmehr das Experiment zu Rathe ziehen muss.

Es finden sich nun freilich in der Literatur allgemeine Angaben, wonach sich kleinere Thiere unter gleichen Umständen rascher abkühlen (z. B. Rosenthal II S. 335, 409) und erwärmen (Allix S. 199) sollen als grössere. Aber es mangelt an beweiskräftiger Unterlage für dieselben, da es sich in den Beobachtungen, auf welche sich diese Angaben beziehen, entweder um Vergleichung verschiedener Thiergattungen gehandelt hat, oder aber andere bedeutsame Bedingungen nicht dieselben waren. Auf die erstgedachten Vergleichungen wollen wir deshalb nicht weiter eingehen, sondern nur jene Versuche erwähnen, in denen es sich um Thiere der-

selben Art gehandelt hat. Nassaroff, der in seinen Arbeiten auch diese Frage behandelt hat, kommt zu dem Schlusse, dass die Grösse der Thiere keinen, wohl aber das Alter derselben einen deutlichen Einfluss auf die Widerstandsfähigkeit gegen Abkühlung und Erwärmung besitze.

François-Frank, der die leichtere Abkühlung kleinerer Thiere bewiesen zu haben glaubt, brachte seine Hunde in eine Art grosser Manchette mit doppelten Kautschukwänden, zwischen denen sich Wasser bewegte. Aber seine Versuche sind nicht ganz beweiskräftig, weil durch diese Anordnung bei grösseren Thieren ein verhältnissmässig kleinerer Theil der Oberfläche abgekühlt wurde als bei kleineren. Noch unsicherer wäre ein derartiger Schluss aus den Badeversuchen Jürgensen's. In Bädern von 10—11° sank nämlich die Mastdarmtemperatur der 60 kg schweren Person Vogel durchschnittlich in 5 Minuten um 0,46°, in 25 Minuten um 1,1°, während sie bei dem 71 kg schweren Höft nach denselben Zeiträumen um 0,22° und 0,32° gefallen war. An diesen Versuchen ist auszusetzen, dass die Wasserwärme nicht immer die gleiche war, und dass die letzte Bestimmung der Körperwärme vor dem Bade nicht jedesmal die gleiche Zeit vor demselben vorgenommen wurde.

Es war also nothwendig, die Beziehung der Körpergrösse zur Wärmebeweglichkeit durch eigens dahin gerichtete Versuche nachzuweisen. Ursprünglich wollte ich hierzu sechs Hunde eines Wurfes verwerthen, deren drei durch wiederholte Blutentziehungen in ihrem Gesammtwachsthume aufgehalten worden waren[1]; leider wurden dieselben während meiner Abwesenheit so räudig, dass ihre Verwendung ganz ausgeschlossen war. Ich habe aber am Hunde als Versuchsthier festgehalten, weil seine Spielarten die grössten Gewichtsunterschiede darbieten, und also Verhältnisse bestehen, die sich rücksichtlich des Gewichtsunterschiedes denen zwischen dem Neugeborenen und dem erwachsenen Menschen (3 Kilo, 60 Kilo) nähern.

Mein erster Versuchsplan ging dahin, für jedes Thier jene Grenzen der Lufttemperatur aufzufinden, innerhalb welcher es seine

1) Siehe meine Mittheilung: Beiträge zur Rachitisdiscussion II in Prager med. W. 1886 Nr. 37.

Körperwärme vollkommen regulirt. Aber ich musste denselben aufgeben, weil 1. eine in der Art vorgenommene Prüfung für jedes Thier mindestens eine Woche in Anspruch genommen hätte, ich aber, wie weiters zu beweisen sein wird, und worauf mich Herr Prof. v. Voit aufmerksam machte, meine Versuche nur an hungernden Thieren zur ungefähr gleichen Hungerstunde ausführen musste, der einzelne Versuch also sofort einige Monate hätte währen können, 2. diese Grenzen sehr weit auseinander liegen, und ich dabei ganz von der Gunst der Kälteverhältnisse des Winters abhängig war, und 3. die verschieden lange Behaarung eine wesentliche Fehlerquelle bilden mochte. Doch seien, um die Regulationsfähigkeit der Thiere innerhalb weiter Schwankungen der Luftwärme zu belegen, hier einige meiner Versuche angeführt.

Versuch VIII. München 19. Oct. 1885. Kleiner Rattlerdachs 7 k 500 g. Hungert seit 24 Stunden und befindet sich dabei im Käfig in einem Zimmer von 10,5°.

Zeit	Mastdarm-temperatur	Luftwärme	
2,37—47	38,9	13,1	zittert
3,30—40	38,9	12,7	„
4,30—40	38,9	12,6	„
20. October. Hungert weiter.			
8,30—9,30 im Zimmer von		25	
9,30—9,35	38,1		
9,35 ins Nebenzimmer ans Fensterbrett. Windstille		7,50	
9,40—9,50	38,7		zittert
bleibt zitternd am Fensterbrett			
10 —10,5	38,95		
10,10 in den im Zimmer befindlichen Käfig T. 9,3°			
10,30—10,35 am Fensterbrette. Luft 8,7°			
	38,8		zittert weniger
10,35 in den Käfig.		10	
10,45—10,50 am Fensterbrette		9	
	38,9		zittert
10,50—11,15 im warmen Zimmer		27,5	
11,15—11,20	38,5		
11,50—12	38,6	27,5	
daselbst bis 3,55		29,36	
3,50—3,55	38,7		
ins kalte Zimmer aufs Fensterbrett		7,50	
4—4,5	38,8		zittert ein wenig
in den Käfig		10	
5—5,5 am Fenster	38,8	8,1	

Versuch IX. 28. Dec. 1885. Derselbe. 7 kg 570 g. Hungert seit 24 Stunden. Seit 8 Uhr früh im geheizten Zimmer.

Zeit	Mastdarmtemperatur	Luftwärme
10	38,9	24,8
10,7 ins kalte Zimmer		
10,7—10,12	39,07	6,2
11	39,05	3,7
12	39,05	3,7
1	39,05	3,7
2	38,92	3,1
ins warme Zimmer		
3	38,8	30
4	38,8	26,9
ins kalte Zimmer		
5	38,95	2,5

Diese Versuche lehren, dass ein Hund von 7 k Gewicht seine Körperwärme zwischen 2° und 30° Lufttemperatur durch mehrere Stunden nicht bloss stetig erhält, sondern sogar in kalter Luft wärmer, in warmer Luft kälter ist — er überregulirt also mindestens in einer Breite von 28° Lufttemperatur. Versuch VIII zeigt insbesondere, dass am 3. Hungertage noch keine Beeinträchtigung des Wärmeregelungsvermögens besteht; ich bemerke hierzu, dass sich dieses Thier damals nicht etwa im Zustande der Ueberfütterung befand, da sein Gewicht erst im Verlaufe des Winters auf 8 kg stieg. Mich lehrten endlich diese und ähnliche Versuche, dass mein ursprünglicher Plan, die Frage genau so zu beantworten, wie sie gestellt war, praktisch undurchführbar sei, wie ich das oben auseinandergesetzt habe.

Ich nahm darum einen anderen Versuchsplan auf. Hatte ich früher die verschiedenen Temperaturgrenzen festzustellen gedacht, innerhalb welcher grosse und kleine Thiere durch eine in allen Experimenten gleich lange Zeit ihre Körperwärme festzuhalten vermögen, so wollte ich jetzt die Zeit bestimmen, während welcher die Hunde bei gleicher Umgebungstemperatur ihre normale Körperwärme behalten.

Vor allem muss darauf eingegangen werden, was im einzelnen Falle als normale Körperwärme des Thieres zu bezeichnen sei, denn, wie schon lange bekannt ist und obige Versuche aufs Neue lehren, schwankt die Körperwärme des Hundes in weiteren Grenzen

als dies beim Menschen der Fall ist. Es geht also nicht an, als Normaltemperatur, wie bei diesem, das Tagesmittel zu wählen, da in Folge der Wärmebeweglichkeit des Hundes die Grösse der so gefundenen Zahl von Zufälligkeiten weit abhängiger ist, als beim Menschen. Vielmehr nahm ich zum Vergleichspunkte in allen meinen Versuchen jene Körperwärme, welche unter bestimmten, in allen Versuchen gleichen Bedingungen zur Beobachtung kam.

Diese Versuchsbedingungen waren: Nachdem die Hunde 10 bis 20 Stunden gefastet und sich während dieser Zeit ruhig in einem Käfige (im ungeheizten Zimmer) aufgehalten hatten, gingen sie die ungefähr 100 Schritte vom physiologischen zum hygienischen Institute. Hier blieben sie im Badezimmer durch eine Viertelstunde bei 8,5—9° Luftwärme. Zu Ende derselben wurde die Temperatur im Mastdarme gemessen; dieselbe wird in allen Versuchen als $T_{9^\circ C}$ bezeichnet werden. Da es nothwendig erscheint, bei Wärmebeobachtungen an Thieren die Aussentemperatur zu berücksichtigen, empfiehlt es sich, letztere in Gestalt eines Index beizufügen.

Ich schliesse sofort die Schilderung des weiteren Versuchsganges an: Jetzt wurden die Thiere rasch bis zum Kopfe mit Seifenlösung eingerieben, so dass das Haarkleid vollständig bis auf die Haut durchnässt war. Dies geschah, um den Einfluss des ungleich langen Pelzes und der in ihm eingeschlossenen Luft zu beseitigen.

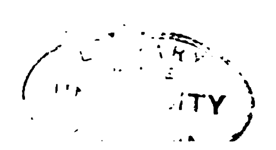
Diese Handlung währte zwei Minuten oder wurde so lange ausgedehnt, — dann wurden die Thiere in das Bad gesteckt, welches bis auf die Versuche X — XIII während der ganzen Versuchsdauer in den mittleren Schichten 12,5° mass und 2800 l Wasser enthielt, dergestalt, dass die Thiere jedesmal bis an den Kopf in demselben staken. Zu diesem Zwecke wurden die grossen Hunde durch ein, mit einem Ausschnitte für den Kopf versehenes und mit Gewichten belastetes Brett niedergehalten, indess sie am Boden der Wanne aufstanden; kleinere Thiere aber wurden in ein grossmaschiges, mit Löchern für die Gliedmaassen versehenes und an das Brett befestigtes Netz gebracht und hatten die Füsse auf einer bald höheren, bald niederen ins Bad gebrachten Holzkiste. Mit Ausnahme des Versuches XXII ertrugen die Hunde das Bad sehr gelassen und waren bis auf das in jedem einzelnen Versuche angemerkte Zittern ganz

ruhig. Die Temperatur des Badewassers war keine ganz willkührlich gewählte. Vorversuche hatten gelehrt, dass höhere Temperaturen auch bei mittelgrossen Thieren keine Erniedrigung der Körperwärme hervorrufen, dass aber der Wärmeunterschied zwischen Luft und Wasser eine für die Genauigkeit des Versuches bedenkliche Abkühlung des Wassers während des Experimentes bedingte. Niedrigere Temperaturen aber hätten wiederum den Unterschied zwischen mittelgrossen und kleinen Thieren nicht hervortreten lassen. Wollte man in Zukunft meine Experimente noch verfeinern, so müsste man mittelgrosse und grosse Thiere bei etwas niedrigerer, kleine aber bei höherer Temperatur unter einander vergleichen.

Was die weitere Beobachtung des Temperaturganges betrifft, so war ein Ablesen des unter dem Wasser befindlichen Thermometers wegen der durch die Parallaxe bedingten Ablesungsfehler unthunlich. Nachdem ich aber ursprünglich im Sinne hatte, den Wärmegang minutenweise zu verfolgen, so liess ich mir ein Kniethermometer mit hochhinaufgeschobener Gradtheilung anfertigen; allein die Quecksilbersäule riss wiederholt an der Stelle der Biegung ab, und so verzichtete ich auf die minutenweise und damit auf die freilich wichtige Beobachtung in den ersten Minuten, verwandte vielmehr ein auf die Unverrückbarkeit seines Zeigers geprüftes Maximalthermometer, das von 5 zu 5 Minuten sachte herausgezogen wurde.

Indem ich auf die Begründung meiner Versuchsanordnung und ihrer Beweisfähigkeit eingehe, will ich zuerst — sofort durch einige Versuche — beweisen, dass neben den anderen gleichzuhaltenden Bedingungen auch der Hungerzustand eine wichtige Rolle spielt, wenn es sich um Fragen der Wärmeregelung handelt. Die nachstehenden Versuche lehren, dass der Zeitpunkt, bis zu welchem ein und dasselbe Thier bei gleicher Aussenwärme, also hier Badewärme, seine Körperwärme erhält, nach verschieden langer Zeit eintritt, wenn das Thier verschiedene Nahrung erhalten hat, dagegen nach ungefähr genau derselben Zeit, wenn das Thier hungert.

Versuch X. Hygienisches Institut. München, 19. April 1886. Rattlerdachs. 8 kg 150 g schwer. Um 10 Uhr vormittags mit Fleisch überfüttert. 2 Uhr nachm. Zimmerwärme 12°. Mastdarmtemperatur 39,4°.



Zeit		Mastdarm-temperatur	Athemzüge in der Minute
2,8	nachm. eingeseift		—
2,10	ins Bad von 13,1°		—
15		39,9	30
20		39,9	30
25		39,6	30
30		39,7	30
35		39,4	35
40		39,15	38
45		38,9	38
50		38,8	46
55		38,8	46
3,—		38,8	41
5		38,7	47
10		38,7	47

Versuch XI. 20. April. Derselbe 7 kg 870 g. Hungert seit gestern früh. Zimmerwärme 11°. Mastdarmtemperatur 39,32

Zeit			Athemzüge in der Minute
2,27	ins Bad von 13,1°		—
32		39,9	—
37		40,0	35
42		39,5	27
47		39,6	—
52		39,6	—
57		39,55	26
3,02		39,6	27
7		39,5	—
12		39,3	—
17		39,35	30
22		39,25	—
27		39,4	—

Versuch XII. 21. April. Derselbe 8 kg 50 g. Um 10 Uhr gut mit Fleisch und Brod gefüttert. Zimmerwärme 11°.
Mastdarmtemperatur 39,5

Zeit			Athemzüge in der Minute
2 —	ins Bad von 13,5°		
5		40,12	30
10		39,9	29
15		39,6	34
20		39,9	40
25		39,4	34
30		39,9	32
35		39,5	32
40		39,3	32

Zeit	Rectum	Athemzüge in der Minute
45	39,55	32
50	39,6	32
55	39,7	39
3,—	39,5	36

Versuch XIII. 22. April. Derselbe, hungert seit gestern morgens.
Zimmer 12°. Rectum 39,7 (zittert)

Zeit	Rectum	Athemzüge in der Minute
2,6 ins Bad von 13,7°		
11	40,12	—
16	40,3	26
21	39,95	27
26	39,75	30
31	39,9	28
36	39,9	34
41	39,8	—
46	39,65	35
51	39,5	39
56	39,4	37
3,1	39,2	—
6	39,15	37

Tabelle über die Versuche X—XIII.

Nummer des Versuches	Wärme des Bades	Das Maximum der Reizungstemperatur		Der dauernde Abfall unter die Anfangstemperatur trat ein nach Minuten	Bemerkung
		war höher als die Anfangstemperatur um	und trat ein nach Minuten		
X	13,1	0,5	5	25	mit Fleisch überfüttert 8 kg 150 g
XI	13,1	0,68	10	40	hungernd 7 „ 870 „
XII	13,5	0,62	5	nicht beobachtet	gut gefütt. 8 „ 050 „
XIII	13,7	0,6	10	45	hungernd

Nimmt man darauf Rücksicht, dass das Badewasser in Versuch XIII um 0,6° höher war als im Versuch XI, so lässt sich auch der kleine Unterschied von 5 Minuten in den Ergebnissen derselben erklären.

Eine andere wohl zu erwägende Frage war, ob die Verschiedenheit der Anfangstemperatur ($T_{9^{\circ}C.}$) der Thiere gegenüber der

absolut gleichen Temperatur des Badewassers für den Ausfall unserer Versuche nicht von Bedeutung sei. Thatsächlich scheint die Körperwärme der Thiere um so früher unter die Anfangstemperatur zu sinken, je höher diese ist. Aber dieser Umstand konnte in meinen Versuchen keine Rolle spielen, weil bald die grossen, bald die kleineren Thiere höhere Anfangstemperaturen zeigten. Wären die höheren Temperaturen nur bei den kleineren Thieren zu finden gewesen, so wäre freilich das Ergebniss meiner Versuche einer Deutung in dem eben angegebenen Sinne zugänglich gewesen. Zum Anderen aber sind die gefundenen zeitlichen Unterschiede der Regulationsfähigkeit zwischen grossen und kleinen Thieren weit bedeutender als dies bei hoher und niedriger Anfangstemperatur (39,8° bis 39,15°) der Fall war.

Die letzte, gelegentlich aller Badeversuche vielbesprochene Frage war die nach der Stetigkeit der Wasserwärme. Ich habe das Wasser in meinen Versuchen nicht dauernd gemischt, um nicht durch verschieden schnelle Strömungsgeschwindigkeit ein jedesmal anderes Moment einzuführen. Aber ich habe wiederholt seine Temperatur an verschiedenen Stellen untersucht und zum höchsten Unterschiede von 0,2° erhalten. Die im Folgenden als Wasserwärme angegebene Zahl wurde hart am Thierkörper abgemessen.

Es folgen nun die Hauptversuche nach den Gewichten der Thiere geordnet; es sind dies alle Versuche, die ich angestellt habe, soweit sie nicht durch grosse Unruhe der Thiere oder durch andere Umstände verunglückten; bei kleinen Thieren musste ich wiederholt wegen der mit einem Male auftretenden bedrohlichen Erscheinungen der Athmung die Versuche abbrechen, sobald die Körpertemperatur dauernd bis 38° gesunken war. Ich durfte dies, da meine Versuche mich gelehrt hatten, dass in diesem Falle die Körperwärme wenigstens in der nächsten Zeit nicht wieder in die Höhe geht.

Versuch XIV. 1. Februar. 2 Jahre alter Affenpinscher aus einer Hundehetzanstalt, in der sich die Thiere fortdauernd im Freien befinden. 2720 g schwer.

Zimmer 9°.	Rectum 39,6	
Zeit		Athemzüge in der Minute
1,42 ins Bad von 12,5°		
1,47	38,8	45
2,02	36,6	—

Versuch XV. 4. Februar. Kurzhaariger gutgenährter Pinscher aus derselben Anstalt. 5000 g schwer.

Zimmer 8,5°. Rectum 39,775

Zeit			Athemzüge in der Minute
9	ins Bad von 12,5°		
9,5		39,5	34
9,9		37,5 zittert nicht, winselt.	

Versuch XVI. 3. Februar. Alter magerer Schnauzl 5400 g. Von ebendaselbst. Zimmer 8,5°. Rectum 39,8

Zeit			Athemzüge in der Minute
3,32	ins Bad von 12,5°		
35		39,2	33
40		37,6	—
45		35,7 zittert gar nicht, winselt.	

Versuch XVII. 22. Januar. Kleiner, scheinbar nicht ganz ausgewachsener Dachshund. 5800 g. Von derselben Anstalt.

Zimmer 9°. Rectum 40,2

Zeit		
10,50	ins Bad von 12,5°	
10,55		39,95
11		38,75
11,5		38,2

Bemerkung. War nicht ganz von Wasser bedeckt.

Versuch XVIII. 28. Januar. Alte gut genährte Rattlerhündin mit kurzen Haaren. Zimmerhund. 6300 g.

Zimmer 8,5°. Rectum 39,15

Zeit		
2,46	ins Bad von 12,5°	
51		40,1
57		39,4
3,03		39,2
9		38,9
15		38,5

Bemerkung. Erst 22, dann 25 Athemzüge in der Minute.

Versuch XIX. 1. Februar. Ueber 3 Jahre alter, langhaariger Spitz aus der Hundehetzanstalt. 6530 g schwer.

Zimmer 9°. Rectum 39,3

Zeit		
10,35	ins Bad von 12,5°	
40		40,42
45		40,2
50		40,5

Zeit	
55	Rectum 40,2
11	40,4
5	40,2
10	40,1
15	40,0
20	40,15
25	39,8
30	39,55
35	40,0
40	40,0

Bemerkung. Um 10,40: 20, um 11,5: 28 Athemzüge in der Minute.

Versuch XX. 16. Januar. Rattlerdachs aus dem physiologischen Institute. 7 kg 650 g.

Zimmer 9°. Rectum 39,45

Zeit		Athemzüge in der Minute
2,47 ins Bad von 12,5°		
53	39,65	—
3	39,75	—
5	39,5	38
11	39,1	36
17	38,77	—
25	38,55	44
35	38,1	45

Versuch XXI. 4. Februar. Boxhund aus der Hundehetzanstalt. 17 kg 50 g. Zimmer 8,5°. Rectum 39,65

Zeit		Athemzüge in der Minute
3 ins Bad von 12,5°		
5	39,8	—
10	39,2	—
15	38,9	18
20	39,15	16
25	39,2	—
30	38,9	10
35	39,15	—
40	39,05	17
50	39,35	18
55	39,35	—
4	39,4	17

Versuch XXII. 11. Februar. Doggehündin, aus derselben Anstalt, hat im Herbst geworfen und gesäugt, sehr mager. 25 kg.

Zimmer 9° Rectum 39,2

Zeit		Athemzüge in der Minute
9,45 in Bad von 12,5°		
50	40,0	25
55	39,5 unruhig	25
10	39,6	—
5	39,6 unruhig	25
sprang aus dem Bade		
15	38,9	25
20	38,8	24
25	39,3	—
30		
35	39,8	25
40	39,35	24
45	39,2	25

Versuch XXIII. 19. Januar. Langhaarige Hündin aus dem physiologischen Institute. 26 kg.

Zimmer 8,5° Rectum 39,55

Zeit		Athemzüge in der Minute
2,7 ins Bad von 12,5°		
14	40,35	23
20	40,45	—
26	40,42	—
33	39,65	20
39	39,75	—
45	39,65	—
51	40,0	20
3	39,6	—
7	39,4	20

Tabelle über Versuche XIV—XXIII.

Nummer des Versuches	Gewicht in Gramm	T ° C.	Höchste Temperatur betrug über T ° C.	Höchste Temperatur wurde erreicht in Minuten	Sinken unter T ° C. trat ein nach Minuten	Hierauf sank die Temperatur unter T ° C. um in 5 Min.	in 10 Min.	in 15 Min.
XIV	2720	39,6	—	—	sofort	0,8	3,0	—
XV	5000	39,775	—	—	„	0,275	2,275	—
XVI	5400	39,8	—	—	„	0,6	2,2	4,1
XVII	5800	40,2	—	—	„	0,25	1,45	2,0
XVIII	6300	39,15	0,95	—	15	0,25	0,65	—
XIX	6530	39,8	1,2	15	nicht beobacht.	Undulation der Temp.		
XX	7650	39,45	0,3	10	15	0,35	0,68	0,90
XXI	17250	39,65	0,15	5	10 (?)	Undulation der Temp.		
XXII	25000	39,2	0,8	5	nicht beobacht.	—	—	—
XXIII	26000	39,55	0,90	10	60 (?)	—	—	—

Diese Versuche ergaben: 1. die im Mastdarme gemessene Körperwärme erwachsener Hunde beträgt in den ersten 24 Hungerstunden bei 9° Lufttemperatur 39,15—39,8°. Die Körperwärme zeigt unter diesen Verhältnissen keine regelmässige Beziehung zur Körpergrösse, wie dies D. Finkler (Beitr. z. Lehre v. d. Anpassung d. Wärmeproduction an d. Wärmeverlust b. Warmblütern. Pflüger's Arch. XV, 603) für Meerschweinchen angibt. Dagegen hatte ein offenbar nicht ganz ausgewachsenes Thier unter denselben Bedingungen eine höhere Körperwärme; diese Beobachtung, mit den Angaben anderer Forscher zusammengehalten, scheint mit Rücksicht auf das eben Gesagte darzuthun, dass die höhere Temperatur jüngerer Thiere nicht auf ihre Kleinheit und den deswegen vermehrten Stoffwechsel zu beziehen, sondern dass ein anderer Umstand, vielleicht die grössere Zersetzungsfähigkeit der Zellen des wachsenden Lebewesens mit im Spiele sei. (S. aber die gegenstehenden Beobachtungen bei fünf Wochen alten Hündchen auf S. 499.) 2. Unter den beobachteten Versuchsbedingungen — erster Hungertag, Bad von 12,5° C., alle fünf Minuten vorgenommene Ablesung — lässt sich bei Hunden unter sechs Kilo Gewicht keine anfängliche Steigerung der Innenwärme nachweisen, vielmehr fällt dieselbe sofort und um so rascher, je leichter das Thier ist. Ueber sechs Kilo schwere Thiere lasen eine Reiztemperatur beobachten, die nach 5—15 Minuten den höchsten Stand erreicht, dessen Höhe weder von der Grösse des Thieres, noch von dessen normaler Wärme ($T_{9^\circ C.}$) abzuhängen scheint. Der Abfall der Körperwärme unter $T_{9^\circ C.}$ tritt bei Thieren unter zehn Kilo in der Regel nach 15 Minuten ein, doch kommt es zuweilen bei denselben (Vers. XIX) ebensowenig zur Beobachtung wie bei den über zehn Kilo schweren innerhalb einer Stunde. In einem Falle (Vers. XXI) stellte sich die Körperwärme unter $T_{9^\circ C.}$ ein und bewegte sich nach oben und unten von dieser neuen Grenze.

Es war also durch diese Versuche bewiesen worden, dass kleinere Thiere gegen Abkühlung weniger zu reguliren vermögen als grössere; nach den oben ausgeführten Betrachtungen musste nun das Verhalten beider gegen Erwärmung geprüft werden. Diese Experimente hatten mit weit grösseren Schwierigkeiten zu kämpfen, deren ich durch die mir zu Gebote stehenden Mittel nicht Herr werden konnte.

Während in den Kälteversuchen das Wasser durch eine Stunde und an allen Stellen des Bades, selbst hart am Körper des Thieres, dieselbe Temperatur zeigte, gab das warme Wasser so viel Wärme ab, dass ich durch Zugiessen heissen Wassers den Verlust ausgleichen, deshalb wieder das Wasser mischen musste. Trotzdem zeigte das Bad in verschiedenen Tiefen ungleiche Temperaturen, weshalb ich, entsprechend dem in kalten Bädern angewandten Verfahren, eine derselben, welche hart am Rumpfe des Thieres gemessen wurde, als Mittel auswählte. War die Wassertemperatur höher als die Körperwärme des Thieres, so musste ich natürlich behufs Ablesung des Thermometers das Hintertheil desselben aus dem Bade heben und das Maximalthermometer rasch herausziehen, um den Einfluss der höheren Temperatur in den äusseren Schichten des Mastdarmes auszuschliessen.

Versuch XXIV. 30. März. Langhaariger Schnauzhund aus Versuch XVI, 6100 g.

Zimmer 14°. Rectum 39,8

Zeit		Wassertemperatur
8,22 ins Bad		37,4
27	40,0	36,9
32	40,0	37,5
37	40,0	37,5
42	39,7	37,5
47	39,4	37,25
52	39,2	37,25
57	39,0	37,5
9,2	38,8	37,5.

Um 1,27 60—70 Athemzüge in der Minute, um 1,32 steckt das Thier den Kopf ins Wasser, von 1,37 bis zu Ende werden die Nasenflügel rasch bewegt, die Athmung selbst ist aber langsamer geworden.

Versuch XXV. 29. März. Rattlerdachs aus Versuch XX. 8150 g.

Zimmer 17°. Rectum 39,2

Zeit		Wassertemperatur
8,29 ins Bad		40
32	39,6	—
35	39,3	—
40	39,3	—
45	39,2	—
50	39,0	—
55	38,8	39,1
9	38,8	—
5	38,8	38,7
10	38,7	—

Versuch XXVI. 30. März. Scheinbar nicht ganz ausgewachsener Dachsel 8400 g. Aus der Hundehetzanstalt.

Zimmer 15°. Rectum 39

Zeit		Wassertemperatur
1 ins Bad		37,5
1,5	39,4	37,5
10	39,55	37,5
15	39,3	37,5
20	39,2	36,9
25	39,2	37,5
30	—	37,5
35	39,15	37,5
40	38,85	37,25
45	38,8	37,25

Keine Steigerung der Athemfrequenz.

Versuch XXVII. 30. März. Wolfshund 11800 g. Aus derselben Anstalt.

Zimmer 15°. Rectum 38,65

Zeit		Wassertemperatur
9,27 ins Bad		37,2
32	39,0	37,2
37	39,2	36,9
42	39,5	37,5
47	39,7	37,5
52	39,8	37,5
57	39,85	37,5
10,2	39,85	37,5
7	39,8	37,5
12	39,7	37,5
17	39,6	37,5
22	39,7	37,5
27	39,7	37,5

Von 9,37—9,47 und um 10,12 zittert das Thier. Die Athmung ist dauernd ruhig und bewegt sich zwischen 24 und 27 Athemzügen in der Minute.

Versuch XXVIII. 29. März. Hündin aus Versuch XXIII. 28400 g.

Zimmer 15°. Rectum 39,8

Zeit		Wassertemperatur
1,32 ins Bad		37,5
37	39,8	—
42	40,0	36,9
47	40,0	37,5
52	40,0	37,5
57	40,0	36,9
2,2	40,0	36,9
7	39,8	36,9
12	39,8	36,9
17	39,7	36,9

Zeit	Rectum	Wassertemperatur
2,22	39,6	36,9
27	39,6	37,1
32	39,2	36,9
37	39,3	36,9
42	39,05	36,9
47	39,05	36,9
52	39,15	36,9
57	38,95	36,9

Die Athmungsfrequenz beträgt 1,32—1,37: 22—60, 1,37—1,42: 42—44, 1,42—1,47: 36—80, 1,47—1,52: 60—90 Athemzüge und bleibt von da an immer über 100, so z. B. 2,37: 150.

Tabelle über Versuche XXIV—XXVIII.

Nummer des Versuches	Gewicht des Thieres	$T_{14-17°C.}$	Mittlere Wärme des Wassers	Differenz zwischen Wasser und Körpertemperatur	Die höchste Temperatur wurde erreicht nach Minuten	Die höchste Temperatur betrug über $T_{14-17°C.}$	Sinken bis $T_{14-17°C.}$ trat ein nach Minuten
XXIV	6100	39,8	37,36	2,44	5	0,2	15
XXV	8150	39,2	39,2 (?)	—	8	0,4	18
XXVI	8400	39,0	37,39	1,61	10	0,55	35
XXVII	11300	38,65	37,48	1,17	30	1,25	gar nicht
XXVIII	28400	39,3	37,01	2,29	10	0,7	65

Ich glaube, dass man nach Abwägung der zwischen den einzelnen Versuchen bestehenden Verschiedenheiten der Bedingungen behaupten darf, dass 1. grössere Thiere langsamer erwärmt werden, 2. dass sie gegen Erwärmung schlechter reguliren als kleinere Thiere.

Anmerkung. Auffallend war mir, das in Versuch XXVIII starke Wärmedyspnoe auftrat, obzwar die Körpertemperatur nur um 0,7° stieg, während sie in Versuch XXVII bei einer Steigerung von 1,25° nicht beobachtet wurde. Ob der Grund für dieses abweichende Verhalten darin zu suchen sei, dass der eine Hund aus einer Hetzanstalt stammte, oder ob nicht die beziehentliche sondern die absolute Höhe der Temperatur die Wärmedyspnoe bedinge, das muss ich vorläufig unentschieden lassen. Doch möchte ich mich ersterer Anschauung zuneigen. Ein Hund, welcher durch tägliche anstrengende Uebungen an eine zeitweilige Steigerung seiner Körperwärme gewöhnt wurde, wird das Bedürfniss, eine solche durch vermehrte Abgabe wieder auszugleichen, weit weniger empfinden als ein nicht an harte Arbeit gewöhnter.

Ich bemerke aber, dass diese durch meine Versuche wahrscheinlich gemachte geringere Regulationsfähigkeit schwererer Thiere gegen Erwärmung vielleicht nur für den Hund gilt, bei dem die Athmung einen wichtigen Antheil an der Regulation gegen Erhitzung nimmt. Da nämlich mit steigender Körpergrösse die Vitalcapacität und damit die Lüftungsgrösse durch die Lungen in arithmetischer Reihe (Hutchinson), die Oberfläche und damit die aufgenommene Wärmemenge im Verhältnisse der Quadrate wachsen, bei gleicher Grösse aber steigendem Gewichte die Vitalcapacität (relativ) abnimmt, die Oberfläche aber wächst, so könnten unsere Beobachtungen bloss durch diese Verhältnisse erklärt werden.

Fassen wir beide Versuchsreihen zusammen, so erschliessen wir aus denselben: 1. kleinere Thiere erwärmen und kühlen sich leichter ab; kleinere Thiere reguliren ihre Körperwärme schlechter gegen Abkühlung und wahrscheinlich besser gegen Erwärmung als grössere; 2. es kommt also vor allem das Dulong-Petit'sche physikalische Gesetz zur Geltung. Bei der Erklärung der schlechteren Regulation grosser Hunde gegen Erwärmung spielt die Beziehung von Grösse zur Vitalcapacität der Lunge und damit zur Betheiligung der Athmung an der Wärmeregelung vielleicht eine Rolle. Es ist daher aus unseren Versuchen nicht zu erschliessen, wie es ja im Vorhinein wahrscheinlich erscheint, dass die Wärmeerzeugung kleinerer Thiere wenig mehr erhöht, wohl aber weiter herabgedrückt werden kann d. h. dass die beziehentlich grössere Wärmeproduction derselben nicht eine dauernd erworbene, sondern nur eine durch die relativ grössere Oberfläche bedingte Eigenschaft sei.

Nachdem wir dergestalt die Bedeutung der Körpergrösse für die Wärmeregelung und damit für die Wärmebeweglichkeit erwiesen hatten, mussten wir an den zweiten Theil der Frage herantreten: Hat die Körpergrösse eine Bedeutung und genügt dieselbe zur Erklärung der Wärmebeständigkeit der ersten Tage?

Da der Neugeborene 20 mal leichter ist als der Erwachsene, so wird seine Körperwärme schon weit unbedeutenderen Schwankungen der Umgebungstemperatur Folge leisten, seine Wärmeerzeugung wird viel früher ungenügend werden, dagegen kann er, so-

weit es sich nur um den Einfluss der Grösse handelt, gegen Erhitzung vielleicht besser reguliren. Die Beziehung der Wärmebeweglichkeit des Neugeborenen zu seiner Körpergrösse wurde auch verhältnissmässig von den meisten Autoren in den Vordergrund geschoben. So sagt Allix (S. 199): „Les individus petits, offrant à l'air, qui les environne, une surface relativement très-étendue, se laissent pénétrer très-promptement par la chaleur ambiante lorsque celle-ci est exagérée, ils ne peuvent lui résister par la transpiration aussi bien que les individes adultes". Wolff (S. 35) bezieht die grosse Empfindlichkeit der Neugeborenen gegen äusseren Temperaturwechsel auf das Missverhältniss der grossen Körperoberfläche zum Körpervolumen. Und ähnlich Eröss (I S. 349).

Es fragt sich nun: Genügt das Verhältniss der Körpergrösse zur Erklärung der Wärmebeweglichkeit der ersten Tage?

Die Beantwortung ist auf dreierlei Weise zu erbringen: 1. Wenn jüngere Thiere grosser Arten eine geringere Wärmeregulation besitzen als ältere Thiere kleiner Arten, so wird hierdurch die gestellte Frage verneint. Solches hat schon Edwards bemerkt, und ich werde das in einigen sofort anzuführenden Versuchen für ein und dieselbe Thierart beweisen. 2. Wenn junge Thiere gegen Erwärmung eben so schlecht reguliren als gegen Abkühlung, so ist die Verneinung der gestellten Frage gleichfalls wahrscheinlich gemacht, wie aus den letzten Versuchen hervorgeht. Ich habe solche Versuche nicht angestellt, weil sich die Fehlerquellen der Wärmebäderexperimente in denselben noch gesteigert hätten, ich vermag aber auch aus den im ersten Theile dieser Arbeit angeführten Gründen die bezüglichen Eröss'schen Versuche an neugeborenen Kindern nicht als beweiskräftig anzusehen. Auch die von Nassaroff in dieser Richtung angeführten Experimente genügen mir nicht. 3. Die gestellte Frage kann aber endlich dadurch beantwortet werden und wird verneint, wenn bei ein und demselben Kinde die Wärmeregelungsfähigkeit mit jedem Lebenstage zunimmt, ohne dass sich das Verhältniss zwischen Körperinhalt und Oberfläche inzwischen hätte wesentlich ändern können. Derartiger Versuche habe ich im ersten Theile S. 441 gedacht und werde eigene, sich in dieser Richtung bewegende Experimente in einem folgenden Abschnitte anführen.

Hier seien die unter 1. geforderten Versuche beschrieben. Drei junge Hunde eines Wurfes wurden mit dem kleinsten der mir zur Verfügung stehenden ausgewachsenen Thiere im Bade von ungefähr 34° verglichen. Nach dem, was ich oben (S. 485) ausgeführt habe, durfte hier, wo es sich um feinere Unterschiede handelte, keine so niedrige Wassertemperatur angewandt werden, wie in den früheren Abkühlungsversuchen. Aus demselben Grunde musste die Mastdarmwärme von Minute zu Minute abgelesen werden, weshalb ich hier ein gewöhnliches Thermometer benutzte, dessen Gradtheilung aus dem Wasser hervorragte; ich nahm deshalb als Badewanne einen Trog mit ungefähr 20 l Wasser.

Versuch XXIX. 15. März 1886. Fünf Wochen altes Boxhündchen. 1455 g.

Zeit Zimmer 18,5°.	Rectum 38,6
3,12 ins Bad 33,75°	
14	38,9
17	38,1
20	37,7
24	37,35
27	36,8
30	36,8
33	36,6
36	36,4

Um 3,14 heftige Bewegungen. Um 3,15 Zittern mit dem Unterkiefer beim Bellen.

Versuch XXX. 17. März. Zweites, ebenso altes Boxhündchen. 1561 g.

Zeit Zimmer 19°.	Rectum 38,6
2,58 ins Bad 34,37°	
3,01	38,6
4	37,8
7	37,3
10	37,0
13	36,3

Zu Beginn des Bades unruhig, zittert während desselben gar nicht, sondern erst nachher.

Versuch XXXI. 17. März. Drittes, ebenso altes Boxhündchen. 2007 g.

Zeit Zimmer 19°.	Rectum 38,75
3,26 in Bad 34°	
29	38,7
32	38,2
35	38,0
38	37,9

Zeit	Rectum
3,41	37,4
44	37,4
47	37,6
50	37,6
53	37,6
56	37,6
59	37,6

Zittert wiederholt sehr stark, besonders um 3,30 und von 3,44 an.

Versuch XXXII. 17. März. Zwei Jahre alter Affenpinscher. 2640 g.

Zeit	Zimmer 19°.	Rectum 39,4
4,15	ins Bad 33,75°	
18		39,6
21		39,1
24		38,8
28		38,7
31		38,85
34		38,7
37		39,1
40		39,2
43		38,9
45		38,8

Fortwährend starkes Zittern.

Tabelle über Versuche XXIX—XXXII.

Nummer des Versuches	Gewicht	T 19°C.	Die höchste Temperatur wurde erreicht nach Minuten	Die höchste Temperatur beträgt über T 19°C.	Sinken unter T 19°C. trat ein nach Minuten	Hierauf sank die Temperatur unter T 19°C. in 3 Minuten um	5—6 Minuten um	9—10 Minuten um	Bemerkungen	Temperatur des Bades
XXIX	1455	38,6	2	0,3	2	0,5	0,9	1,25	einmalig. Zittern	33,75
XXX	1561	38,6	nicht beob.		3	0,8	1,3	1,6	gar kein „	34,37
XXXI	2007	38,75	„	„	3	0,55	0,75	0,85	starkes „	34,0
XXXII	2640	39,4	3	0,2	3	Unduliren d. Temp.			„ „	33,75

Diese Versuche lehren: 1. Fünf Wochen alte Hunde, welche bereits entwöhnt sind, haben bei 19° Lufttemperatur eine niedrigere Mastdarmwärme als ein erwachsenes Thier. 2. Unter den angegebenen Bedingungen (6—7 stündiges Hungern, Bad von 33,75—34,37°, Ablesung des Thermometers alle zwei Minuten) wurde nur bei einem der jungen Thiere ein anfängliches Steigen der Körpertemperatur

zu Beginn des Bades beobachtet, ebenso bei einem alten wenig schwereren Thiere. Bei den jungen Thieren sank die Körperwärme rasch um 1—2 Grade, während sie sich bei dem alten um eine Grenze auf und ab bewegte, die um 0,2—0,7° niedriger als $T_{19°C.}$ stand. 3. Junge Thiere desselben Wurfes verhalten sich verschieden in Bezug auf das Zittern im Bade. Eines (Versuch XXX) zitterte während desselben gar nicht, seine Temperatur fiel am raschesten; ein zweites (Versuch XXIX) zitterte nur mit dem Unterkiefer beim Bellen, der Abfall seiner Körperwärme war ein viel langsamerer; ein drittes (Versuch XXXI) zitterte mit dem ganzen Körper und erhielt seine Wärme auf einem beziehentlich hohen Stande. Diese Unterschiede gingen nicht mit dem Unterschiede im Körpergewichte Hand in Hand. — Das alte Thier zitterte fortwährend.

Wir dürfen aus den Ergebnissen dieser Untersuchungen schliessen: Das Verhältniss der Oberfläche zum Körperinhalte bildet eine wesentliche Ursache der Wärmelabilität der ersten Tage, aber sie reicht zur Erklärung derselben nicht aus.

5. Die Wärmeabgabe von der Haut als Ursache der Wärmebeweglichkeit.

Unter sonst gleichen Bedingungen wird jenes Thier von den Schwankungen der Umgebungstemperatur stärker beeinflusst werden und demnach eine labilere Körperwärme besitzen, dessen Haut in der Zeiteinheit mehr Wärme abzugeben und aufzunehmen im Stande ist. Diese Eigenschaft wird von zwei Umständen bedingt: von der Grösse der Blut- und Säftebewegung in der Haut und von der Wärmedurchlässigkeit derselben. Es waren also folgende Fragen zu beantworten: 1. Ist die Wärmeabgabe von der Haut des Neugeborenen, abgesehen von der beziehentlich grösseren Oberfläche, eine bedeutendere als beim Erwachsenen? 2. Hängt dieselbe von einem grösseren Blutreichthume derselben oder 3. von einer bedeutenderen Wärmedurchlässigkeit ab?

Bereits Edwards hat diese Fragen ins Auge gefasst, glaubte aber ihre Bedeutung für die Wärmelabilität des Neugeborenen im Vorhinein durch die Thatsache ausschliessen zu können, dass grosse nackte Thiere keine derartige Wärmebeweglichkeit besitzen wie die

neugeborenen. Dagegen scheinen neuere Untersuchungen eine grössere Wärmedurchlässigkeit der Haut des Neugeborenen anzunehmen.

Fr. Arnheim bestimmte die Wärmeabgabe der Haut 4 bis 12jähriger Kinder auf thermogalvanometrischem Wege und fand dass mit dem steigenden Körpergewichte (10—30 Kilo) der Wärmeverlust durch Leitung, Strahlung und Verdunstung nicht etwa entsprechend der beziehentlich kleineren Oberfläche nur relativ abnehme, sondern dass vielmehr die Stärke des Wärmeverlustes von zwei gleich grossen und topographisch gleich gelegenen Oberflächentheilen mit zunehmendem Körpergewicht falle. Leider hat Arnheim in seinen Beobachtungen die Hautdicke nicht berücksichtigt, welche durch die halbe Breite einer aufgehobenen Hautfalte annähernd zu bestimmen ist, so dass zwei Erklärungen der von ihm gefundenen Thatsachen möglich sind: Bei seinen Versuchspersonen war die Hautdicke, im Besonderen die Dicke des Unterhautfettes dem höheren Körpergewichte entsprechend bedeutender, die Verschiedenheit der Wärmeabgabe hat dann nichts mit der Körpergrösse als solcher zu thun, — oder aber die Beziehung beider ist eine unmittelbare und kann vielleicht auf die lebhaftere Blutbewegung kleinerer Individuen zurückgeführt werden. Dasselbe gilt für die neuerliche Bestätigung dieser Angaben durch A. Masje, welcher drei 8—12jährige Kinder mittels des von Eichhorst in die Medicin eingeführten elektrothermometrischen Verfahrens (Widerstandsradiometer) auf ihre Wärmeabgabe untersucht hat. Aber selbst die Richtigkeit dieser Beobachtungen zugegeben, beziehen sie sich nur auf das Knabenalter.

Dagegen ist es eine unrichtige Speculation, wenn Eröss (I 348) glaubt, aus seinen Untersuchungen schliessen zu dürfen, „dass die Bedingungen der Leitung bei Säuglingen viel günstigere sind als bei Erwachsenen, und dass dadurch sowohl die Wärmeaufnahme als die Abgabe bedeutend beeinflusst wird. Dafür spricht nämlich der Umstand, dass wir auch noch bei einem agonisirenden Kinde, dessen Circulation nicht nur verlangsamt ist, sondern schon ausgebreitete Stasen vorhanden waren, im Stande waren, in relativ kurzer Zeit bedeutende Temperatursteigerung zu erzielen. In solchen Fällen kann man nicht voraussetzen, dass in der Aufnahme und Vertheilung der äusseren Wärme die Circulation eine grössere

Rolle gespielt hat, sondern dürfte wahrscheinlich der Leitung durch die Gewebe der entscheidende Antheil zugeschrieben werden“.

Eröss übersieht hierbei, dass eben bei seinem agonisirenden Kinde, das wahrscheinlich atrophisch nach vollkommenem Schwunde des Hautfettes zu Grunde gegangen ist, genau die entgegengesetzten Verhältnisse bezüglich der Wärmedurchlässigkeit der Haut bestehen als bei den gesunden, ausgetragenen Neugeborenen. Ich werde das in der Folge beweisen.

Meine eigenen Untersuchungen haben sich nicht mit der Wärmeabgabe als Ganzem beschäftigt, sondern nur einen der beiden Factoren, die Wärmedurchlässigkeit der Haut, herausgegriffen, um dessen Einfluss beim erwachsenen und neugeborenen Menschen zu vergleichen. Ich habe es vorgezogen, lieber von der abschliessenden Behandlung der Frage der Wärmeabgabe abzusehen, als ungenaue Verfahren anzuwenden. Meine übrigen Erfahrungen über Hautthermometrie hatten mich mit Misstrauen gegen dieselbe erfüllt, und was die von Arnheim angewandte Methode betrifft, so hat Masje die derselben anhaftenden Mängel gekennzeichnet. Ich begnügte mich demnach mit dem Studium der Wärmedurchlässigkeit der todten Haut. Mit derselben haben sich auf experimentellem Wege vor mir Krieger, F. Falck, F. Klug und François-Franck befasst. Krieger, Falck und François-Franck bestimmten Abkühlungs-Zeit und -Geschwindigkeit eines mit Haut umgebenen Gefässes. Bei Krieger war es eine cylindrische, mit destillirtem Wasser von 45—46° C. gefüllte und verlöthete Blechbüchse, bei Falck ein gewöhnliches, mit heissem Wasser gefülltes Probirgläschen, bei François-Franck ein Glasballon. Klug dagegen bestimmte die Wärmeabgabe nicht aus dem Wärmeverluste, sondern aus der Temperatursteigerung eines anderen Körpers. Er nahm zwei gleich grosse, mit Quecksilber gefüllte Glasgefässe, verschloss die freien Oeffnungen derselben mit Stücken von Herzbeutel, liess das eine Gefäss durch eine Gasflamme erwärmen und verfolgte nun die Temperaturzunahme im zweiten Gefässe, das mit seiner überzogenen Oeffnung so an die des anderen geschoben wurde, dass ein Stück Haut zwischen beiden Pericardialblättern eingeklemmt war. Das zweite Gefäss befand sich in einer mit Wolle ausgefüllten

Pappschachtel und sollte noch durch einen Schirm von dem unmittelbaren Einflusse der Gasflamme geschützt werden.

Bevor ich auf eine Kritik der Methoden eingehe, seien die Versuchsergebnisse dieser Autoren angeführt. Krieger fand, dass 1 qcm Haut aus der Regio hypochondrica eines Mannes in der Minute bei 14° Differenz 0,176 Cal. durchlasse, dass feuchte Haut besser leite als trockene, was aber, wie er selbst zufügt, durch Dampfbildung vorgetäuscht werden mochte, dass durch Rasiren der Haut, Anstreichen mit Leinölfirniss oder Gummilösung die Wärmeabgabe bedeutend vermehrt werde. Falck folgerte aus seinen Versuchen, dass trockene Haut besser leite als feuchte. Klug's Ergebnisse sind: Ein Quadratcentimeter Brusthaut (0,2 cm Haut, 0,2 cm Fettschichte) lässt durch bei 10,0° Differenz: 0,3, bei 14°: 0,82, bei 18°: 1,19 Cal.; dieselbe ohne Fett bei 10° Differenz: 1,0, bei 14°: 1,77, bei 18°: 2,43 Cal. u. s. w. Nach dem Grade ihrer Wärmedurchlässigkeit folgen Corium, Epidermis, Fettschicht auf einander; je geringer die Wärmedifferenz ist, um so grösser ist die relative Wärmemenge, welche durch die Fettschichte zurückgehalten wird, ein Verhältniss, das sich bezüglich der Epidermis nicht wiederholt. François-Franck endlich will nur gefunden haben, dass die Haut der Katzen unter wechselnden Bedingungen der Dicke u. s. w. schlechter leite als Kaninchenhaut.

Ich kann aber diesen Ergebnissen wegen der Grösse der bei der Versuchsanordnung vorhandenen Fehlerquellen nur geringes Vertrauen entgegenbringen. Die durch Messung der Abkühlung gefundenen Zahlen sind nur dann vergleichbar, wenn dieselben jedesmal nach der gleichen Zeit gefunden wurden. Die Wärmeabgabe steigt anfangs langsam an, weil zuerst die umkleidende Haut durchwärmt wird, dann fällt sie in einer parabolischen Curve entsprechend der abnehmenden Differenz zwischen Haut- und Umgebungstemperatur, um sich zuletzt zu verflachen, sobald diese Differenz eine sich wenig verändernde bleibt. Das letzte Stück der Curve ist das verlässlichste. Bei Experimenten, wo es sich um grosse Unterschiede handelt, kann eine derartige Untersuchungsmethode dennoch richtige Ergebnisse liefern, dagegen sind die absoluten Werthe Krieger's als solche ganz unbrauchbar. Wie verhält es sich nun mit der

zweiten Methode und den Angaben Klug's? Derselbe hat nicht eine einzige seiner Einzelbeobachtungen und, wie er zu seinen Zahlen gekommen ist, veröffentlicht, er gibt nicht einmal an, wie fein die Theilung seiner Thermometer war. Aller Wahrscheinlichkeit nach ist er so vorgegangen, dass er in bestimmten Zeitabschnitten die Thermometer in beiden Gefässen ablas und deren Unterschied als Differenz zwischen der Temperatur dies- und jenseits der Haut auffasste, den Unterschied zwischen zwei aufeinander folgenden Ablesungen am Thermometer des zweiten Gefässes aber zur Berechnung der Wärmeabgabe bei dieser Differenz benutzte. Das konnte nicht ohne Fehler abgehen. Da seine Wärmequelle, eine Gasflamme, lange nicht jene Stetigkeit besitzt, wie der von mir angewandte Apparat, und ich selbst dennoch Schwankungen von einem halben Grade erlebte, so wird auch bei ihm das Quecksilber im ersten Gefässe nicht gleichmässig erwärmt worden sein. Nehmen wir an, die Temperatur im ersten Gefässe sei zu einer bestimmten Zeit um 0,1° gestiegen und gleich darauf um eben so viel gefallen, so war der vorübergehende Zuwachs im anderen Gefässe eben in jener Minute bemerkbar, in welcher im ersten Gefässe der Temperaturabfall eintrat. Ein derartiges Zusammentreffen hätte in Klug's Versuchen einen Fehler von 0,38 Cal., also mehr ausgemacht, als die ganze Abgabe bei 10° Differenz betrug. Ich will gar nicht darauf eingehen, dass die Wärmeabgabe des zweiten Gefässes an seine Umhüllung in der ersten Zeit eine ungleichmässige war, dass die in den einzelnen Versuchen angewandten Pericardialblätter verschiedene Wärmeleitungsfähigkeit besitzen mochten. Wieso trotz alledem die von Klug mitgetheilten 44 Ziffern, welche, wie es scheint, aus sechs Versuchen herrühren, eine gehörige Reihenfolge einhalten, darüber kann man bei Fehlen der Versuchsprotocolle keine Vermuthung aussprechen.

Ich gehe vielmehr zu meinen eigenen Versuchen über. Mein erster Plan war, das Klug'sche Princip zu benützen und aus der Erwärmung einer gleichmässig bewegten, abgeschlossenen Luftschichte die Wärmeabgabe zu berechnen. In meinen ersten Versuchen wollte ich absolute Zahlen gewinnen und verfuhr deshalb in folgender Weise. Um einen dreifach durchbohrten Kork wurde ein

Stück Haut beutelartig gebunden, so dass es den Kork fest umschloss. Durch die Bohrung ging ein Glasrohr, welches bis an den Grund des Hautsackes reichte und für das zuströmende Wasser bestimmt war, ein zweites für den Wasserablauf, das an der Unterfläche des Korkes endigte, und ein Thermometer. Der Kork sammt Haut wäre in einen doppelwandigen Kasten eingesetzt worden, in dessen Innenraum die Luft durch einen Melangeur gemischt, und deren Temperatur durch ein Thermometer bestimmt worden wäre Der Kork selbst hätte genau in den Deckel des Kastens gepasst und denselben luftdicht verschlossen. Dieser Versuchsanordnung stellte sich ein Hinderniss entgegen, an dessen Behebung ich damals zweifelte. Sobald nämlich der Hautsack durch das zuströmende Wasser bis zur Kugelform ausgedehnt wurde, legte sich die Haut an das untere Ende der zuführenden Röhre an und verschloss sie vollkommen. Deshalb und weil mir die Faltenbildung der Haut um den Kork eine grosse Fehlerquelle zu bedingen schien, verliess ich damals diese Versuchsanordnung, hoffe aber in Zukunft mittels gewisser Aenderungen und durch Uebertragung derselben auf die im Weiteren von mir zu beschreibende Methode die Gewinnung absoluter Zahlen zu ermöglichen.

Eine zweite Versuchsreihe wurde derart angestellt, dass die Haut jetzt um einen Blechcylinder gespannt, ihre freien Ränder vernäht wurden, ein kreisrundes Hautstück auf die untere Fläche des Cylinders gelegt, und sein Rand gleichfalls an den unteren Rand des ersten Stückes angenäht wurde. Im übrigen war die Versuchsanordnung wie vorbeschrieben, nur dass hier die Temperatur des zu- und ablaufenden Wassers gemessen und aus ihr die mittlere Temperatur im Cylinder berechnet wurde. Es war dabei nun Folgendes zu beobachten. Die Spannung der Haut war schwer in jedem Versuche gleich zu halten, die Naht, besonders jene, welche das kreisförmige Hautstück mit dem viereckigen verband, war ungleichmässig und liess zuweilen kleine Stückchen des Unterhautzellgewebes zwischen sich heraustreten. Das Wichtigste schien mir aber, dass die wirkliche Abgabe deshalb schon schwer zu berechnen war, weil die absteigende Curve, welche der Zunahme der Temperatur im Kasten entsprach, durch eine zweite aufsteigende corrigirt werden

musste, welche die Wärmeabgabe des Kastens versinnbildlichte. Zum Zwecke der Deutlichkeit gebe ich hier das Protocoll eines Versuches.

Versuch XXXIII. 26. November. Rückenhaut eines 73 jähr. sehr mageren Mannes, gestorben um 4 Uhr früh. Zimmertemperatur 7,5°.

I	II	III	IV	V	VI	VII
Zeit	Wärme des Kastens	Wärme des zulaufenden Wassers	Wärme des ablaufenden Wassers	Mittel aus beiden letzteren	Relative Zunahme der Wärme des Kastens	Differenz von II und V
1,36	8,9	43,3	43,0	43,15		34,25
38	12,6	43,2	42,9	43,05	3,7	30,45
40	15,4	43,2	42,9	43,05	2,8	27,65
42	17,2	43,2	42,9	43,05	1,8	25,85
44	18,4	43,3	43,0	43,15	1,2	24,75
46	18,85	43,3	43,0	43,15	0,45	24,3
48	19,25	43,3	43,0	43,15	0,4	23,9
50	19,4	43,5	43,2	43,35	0,15	23,95
52	19,59	43,5	43,2	43,35	0,19	23,76
54	19,8	43,4	43,1	43,25	0,21	23,45
56	20,0	43,6	43,3	43,45	0,2	23,45
58	20,1	43,7	43,3	43,5	0,1	23,4
2,0	20,4	43,7	43,3	43,5	0,3	23,1
2	20,4	43,8	43,5	43,65	0,0	23,25
4	20,6	43,8	43,5	43,65	0,2	23,05
6	20,62	43,8	43,5	43,65	0,02	23,03
8	20,7	43,7	43,4	43,55	0,08	22,85
10	20,9	43,7	43,4	43,55	0,2	22,65
12	21,0	43,6	43,3	43,45	0,1	22,45

Wir hätten daraus berechnen können, dass die Abgabe bei 23,03—23,9° Differenz in zwei Minuten 0,177 × n (Luftgehalt des inneren Kastens) × 0,2377 (spez. Wärme der Luft) Calorien beträgt. In Wirklichkeit aber schwankten diese Grössen unabhängig von der Differenz zwischen 0,02 × 0,2377 × n und 0,4 × 0,2377 × n, also um 125 % nach auf- und 88 % nach abwärts. Da der unbekleidete Cylinder bei 20—20,1° Differenz in zwei Minuten nach ähnlich berechneten Versuchen 0,2 × n × 0,2377 Cal. abgegeben hatte, die Haut anderer Personen unter denselben Verhältnissen Zahlen von ähnlicher Schwankungsbreite lieferte, so musste man darauf rechnen, dass die Unterschiede zwischen der Haut Neugeborener und Erwachsener kleiner als diese Fehler waren und deshalb entweder gar nicht zum Ausdrucke gekommen, oder die zufällige Richtung des

Versuchsfehlers andere Ergebnisse vorgetäuscht hätte. Aber die so gefundenen Zahlen hätten noch durch jene richtig gestellt werden müssen, welche der Wärmeabgabe des Kastens bei verschiedener Temperatur desselben entsprachen. Aus mehreren Reihen von Versuchen fand ich bei 7,5° Aussentemperatur.

Temperatur des Kastens	Abkühlung in der Minute
19,2	1,0
17,2	0,8—0,7
16,5	0,7
15,8	0,45
15,6	0,525
15,35	0,4
14,95	0,35
14,6	0,25
14,55	0,375
14,1	0,15
13,95	0,15
13,8	0,35
13,8	0,2
13,6	0,11
13,25	0,11
13,1	0,25

u. s. w.

Auch hier kamen also Fehler von 70 % und mehr zur Beobachtung, welche das Ergebniss vollkommen verändern konnten.

Auf Grund dieser Beobachtungen ging ich zu einer neuen Versuchsanordnung über, auf die Herr Dr. E. Voit mich freundlichst aufmerksam gemacht hatte, und die auf folgendem Gedanken beruhte: Die Haut sollte durch einen continuirlichen Wasserstrom von gleich bleibender Temperatur und Geschwindigkeit erwärmt werden und ihre Wärme an einen abgeschlossenen Luftraum abgeben, dessen Temperatur durch eine umgebende Schichte schmelzenden Schnees innerhalb enger Grenzen dieselbe blieb. Die Wärmeabgabe wurde durch die Temperaturdifferenz des zu- und abfliessenden Wassers und dessen Menge unmittelbar bestimmt. Dieser Versuchsplan hat gegenüber den vorigen die grössten Vorzüge: es bedarf keiner Berechnung des Luftraumes, dessen Inhalt mit der Temperatur wechselt; da die Differenz zwischen Wasser- und Kastenwärme zu einer bestimmten Zeit des Versuches sich nicht

mehr ändert, so kann man für diese die Wärmeabgabe dadurch genau bestimmen, dass man aus den während dieser Zeit gemachten Beobachtungen das Mittel zieht, dessen Richtigkeit hier viel grösser ist. Endlich ist man von der Temperatur der Umgebung ganz unabhängig und braucht nicht erst die Wärmeabgabe des Kastens zu studiren. Ausserdem aber wurde bei dieser Versuchsanordnung auf die Wärmeabgabe durch Strahlung Rücksicht genommen, welche bei den früheren Anordnungen gar nicht zum Ausdrucke gekommen wäre. Freilich hat der von mir verwandte Apparat nicht so viel gehalten, als er versprochen hatte, aber dies lag an anderen Verhältnissen, auf die ich noch zu sprechen kommen werde.

Nachdem ich zuerst das Princip desselben in der Weise zur Geltung gebracht hatte, dass ich es auf die zweite Versuchsanordnung anwandte, ging ich zu einer vollkommen veränderten Art der Befestigung der Haut über und construirte dem entsprechend einen Apparat, den ich unter Beifügung zweier Abbildungen im Folgenden beschreibe. Er besteht 1. aus einem viereckigen, auf Füssen stehenden Kasten von 27 cm Höhe, 23,5 cm Breite und 22 cm Länge, welcher einen zweiten Kasten von 23,5 cm Höhe, 16 cm Breite und 14 cm Länge einschliesst, so dass zwischen beiden ein Raum von 4,5, 4 und 3 cm im Lichten (S c h n e e r a u m Fig. 7. *a*) bleibt. Der Innenkasten wird durch acht dünne Stege und durch drei Röhren in seiner Stellung festgehalten. Von letzteren ist die an der Vorderfläche befindliche zur Aufnahme des Thermometergefässes bestimmt und wird durch einen, den Hals des letzteren umschliessenden Gummipfropfen vollkommen abgeschlossen. Die an den beiden Schmalseiten mündenden engen Röhrchen lassen ein Eisenstängelchen durchgehen, das aussen eine Kurbel trägt, durch deren Bewegung zwei im Innenkasten befindliche Windflügel gedreht werden, deren vier je 36 qcm grosse Flügel an vielen Stellen durchlöchert sind. Der innere Kasten wird durch eine um alle vier Flächen laufende Leiste in zwei Abtheilungen getheilt, die 17 cm tiefe und 3800 ccm fassende L u f t k a m m e r (Fig. 7. *b*) und den zur Aufnahme des W a s s e r k a s t e n s bestimmten breiteren V o r r a u m (Fig. 7. *c*). Nach oben wird der Kasten durch einen aus zwei Stücken bestehenden, in der Mitte ausgeschnittenen Deckel abgeschlossen. Alle bisher beschriebenen Theile

sind aus schwarz lackirtem Eisenbleche verfertigt. 2. Aus dem Wasserkasten (Fig. 7. *d*).

Derselbe enthält zu innerst einen 2 cm hohen zinkblechernen Kasten mit einer Unterfläche von 131,25 qcm, während sein Deckel in der Mitte einen Hals trägt. In diesem sitzt ein zweigebohrter Korkstopfen vollkommen luftdicht. Durch beide Bohrungen gehen Glas-

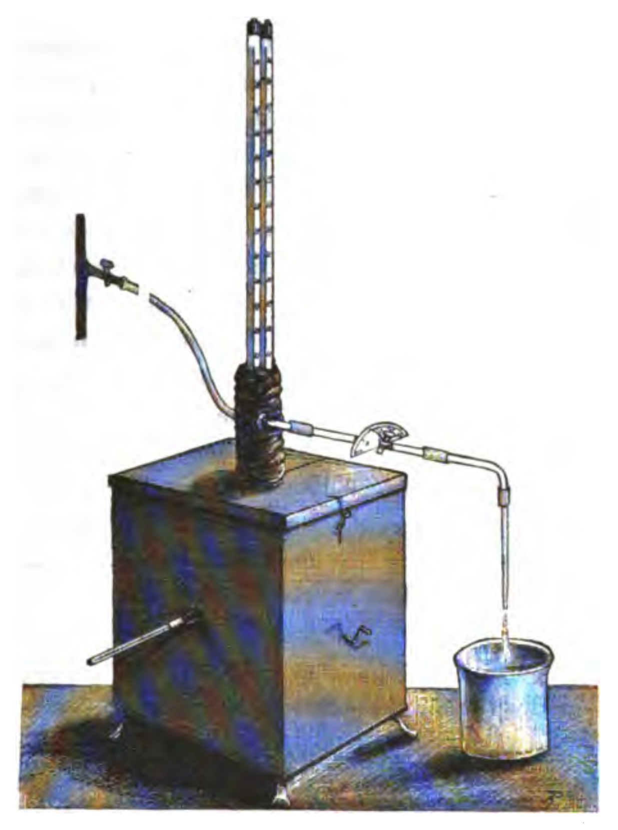


Fig. 6.

röhren, deren jede sich oberhalb des Korkes zu einem 10 cm langen und an 3 cm im Durchmesser breiten Gefässe mit einem seitlichen Röhrchen ausweitet. Diese Gefässe sind zur Aufnahme der Thermometergefässe bestimmt, welche bis hart auf den Boden hinabreichen, während der Hals des Thermometers in einem Gummistopfen sitzt, der das Glasgefäss nach oben wasserdicht abschliesst. Durch das eine

Gefäss fliesst Wasser in ein im Zinkkasten befindliches und wiederholt gewundenes Bleiröhrchen, zwischen dessen Windungen Kupferdrehspähne eingepresst sind. Durch das andere Gefäss, dessen entsprechendes Glasröhrchen gerade mit der unteren Fläche des Korkstopfens abschliesst, fliesst das Wasser wieder ab und gelangt in das Ablaufrohr, welches durch einen mit Theilung versehenen Stellhahn mehr weniger geöffnet werden kann. Der Zinkkasten selbst steckt in einem unten offenen dickwandigen Holzkasten, der Zwischenraum zwischen beiden wird durch eine hoch schmelzende Harzmasse nach allen Richtungen hin ausgefüllt. Auf den Holzkasten passt ein Hartgummirahmen, dessen untere Flächen so schmal sind, dass sie eben nur über den Holzkasten hervorragen; seine aufwärts gebogenen Flächen tragen — an den Breitseiten drei, an den Schmalseiten zwei — Schlitze, die mit Platten versehene Schrauben aufnehmen, durch welche der Rahmen an den Holzkasten angepresst wird. Alle im Holzkasten befindlichen Nägel und Schrauben reichen nur so tief, dass sie nirgends auf der anderen Seite durchtreten. Die oben erwähnten Glasgefässe sind zuerst mit Harzmischung überzogen, dann einzeln und endlich zusammen mit entfetteter Watte und schliesslich mit einer Lage von Wollstreifen umkleidet, um den Einfluss der Umgebungstemperatur auf dieselben nach Möglichkeit auszuschliessen. 3. Aus dem Thermostaten. In dem an das Versuchszimmer anstossenden Nebenraume befindet sich an der Wand ein etwa 100 Liter fassender Kessel, der durch einen Schlangenbrenner erwärmt wird. Der Gaszufluss zu letzterem wird in bekannter Weise durch ein im Innern des Kessels befindliches grosses

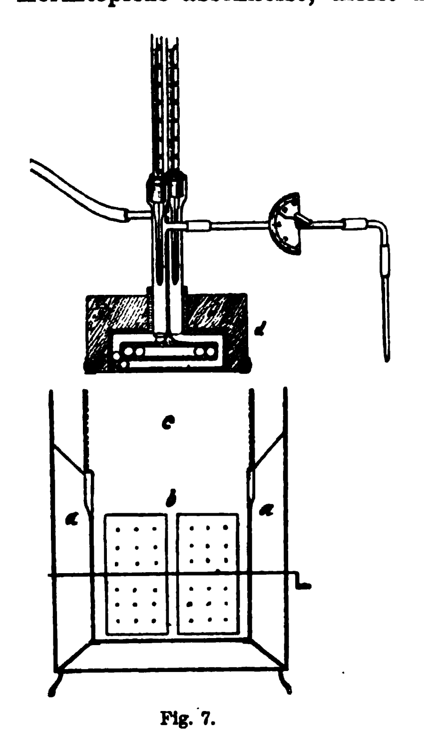


Fig. 7.

Quecksilbergefäss regulirt. In den Kessel fliesst das Wasser aus dem durch die Wasserleitung stets in gleicher Füllung gehaltenen Vorwärmer immer in derselben Menge zu, als der Ablauf aus dem Kessel beträgt. Dieses Verhältniss musste durch Richtung der verschiedenen Hähne jedesmal empirisch hergestellt werden. Die durch die Wand in das Nebenzimmer führende Röhre wurde fest mit Wollstreifen umkleidet.

Die Instandsetzung des Apparates ist folgende: Vor allem wird aus dem Wasserkasten alle Luft herausgejagt, indem das Zinkgefäss mit destillirtem Wasser gefüllt, stark erhitzt, und hierbei unter Schütteln die Luft durch die Glasgefässe ausgetrieben wird. Diese und alle mit ihnen in Verbindung stehenden Schläuche werden mit Wasser gefüllt und verstopft. Nun wird der Holzkasten darüber gezogen, die Lücken mit Harz ausgegossen. Damit war der Apparat zum Gebrauche bereit, nur die neuerdings im Zinkkasten vorhandene Luft musste vor jedem Versuche wieder hinausgeschüttelt werden. Das zu prüfende Hautstück wird auf der unteren Fläche des Wasserkastens ausgebreitet, die zwischen Haut und Zinkfläche befindliche Luft weggestrichen. Nun wird der Kautschukrahmen aufgesetzt, durch Fäden, welche an den Haurändern befestigt sind, die Spannung der Haut hergestellt und dabei die Schrauben angezogen, welche den Kautschukrahmen an den Holzkasten pressen. Es schaut nur mehr eine Hautfläche von 131,25 qcm vor. Jetzt setzt man den Wasserkasten in den Vorraum ein, wobei der vollkommene Abschluss gegen den Luftraum durch vier eigens gepresste Pappdeckelstücke hergestellt wird. Der Schneeraum ist schon früher mit weichem Schnee bis hinauf angefüllt worden, und jetzt wird der Kasten mittels der beiden Deckel abgeschlossen. In die beiden mit Wasser gefüllten Glasgefässe werden die Thermometer eingeführt, die Stopfen überall mit Vaseline verschmiert, und nun die Verbindung mit dem Thermostaten hergestellt. Nachdem eine halbe Stunde hindurch das Wasser ununterbrochen durch den Apparat gelaufen ist, dabei die Luftbewegung im Luftraume durch gleichmässiges Drehen der Kurbel unterhalten wird, kann endlich der eigentliche Versuch beginnen. Derselbe besteht in dem alle drei Minuten vorgenommenen Ablesen der drei Thermometer und dem jede zwölfte

Minute bewerkstelligten Wechseln des Gefässes, welches das ablaufende Wasser aufnimmt. Das Abmessen der Wassermengen geschah erst nach Schluss des Versuches. Das Thermometer, welches die Temperatur des Luftraumes angibt, ist in Zehntel getheilt, die beiden Thermometer aber, welche die Wasserwärme bestimmen, mussten eigens von H. Greiner in München angefertigt werden. Dieselben haben ein Quecksilbergefäss von 6 cm Länge und tragen eine 40 cm lange Theilung, welche von 27—39° reicht, so dass jedem Grad 3 cm entsprechen. Der Grad ist in fünfzig Theile getheilt, dergestalt, dass jeder Theilstrich 0,6 Millimeter vom andern entfernt ist, hunderstel eines Grades sich also ohne Lupe bestimmen lassen. Die beiden Thermometer sind sehr genau gearbeitet und weichen von einander nur an wenigen Punkten um höchstens 0,005° ab. Zur Zeit meiner Versuche waren die Thermometer um 0,34° zu tief eingestellt, was in den Versuchsprotokollen corrigirt wurde.

Während der Versuche kamen Mängel des Apparates zum Vorschein, welche einzelne Experimente störten, ohne dass es mir möglich gewesen wäre, dieselben zu beseitigen. 1. Die Wärme des zufliessenden Wassers schwankte bis um 0,5°; das rührte von der für unsere Zwecke noch zu groben Einstellung des Thermostaten, vielleicht auch von Schwankungen im Gasdrucke her. 2. Die in der Zeiteinheit durchfliessende Wassermenge schwankte bis um 3%, was wohl darauf beruhte, dass trotz der angewandten Vorsichtsmaassregeln an irgend einer Verbindungsstelle Luft angesaugt wurde. Wenigstens mussten vor jedem Versuche aus dem Zinkkasten einige Luftblasen ausgeschüttelt werden. 3. Die Temperatur des Luftraumes stieg während jedes Versuches in die Höhe, offenbar weil der Schneeraum gegenüber der vom Wasser abgegebenen Wärmemenge zu klein ausgefallen war. Wie ich es trotzdem fertig brachte, die Beobachtungen aus einer Zahl von Versuchen zu verwenden, darauf werde ich weiters eingehen.

Es blieb nun noch übrig, die Grösse einer Fehlerquelle kennen zu lernen, welche die Ergebnisse beeinflussen konnte. Es war dies die Möglichkeit, dass sich zwischen Zinkfläche und Haut verschieden grosse Luftmengen befinden konnten. Um dieselbe zu prüfen, stellte ich extreme Fälle her, indem ich trockenes Pergamentpapier einmal

straff, das andere Mal nur locker gespannt auf seine Wärmedurchlässigkeit untersuchte.

Versuch XXXIV. 1. März. Pergamentpapier straff gespannt. Zimmertemperatur 3,5°. Der Versuch beginnt, nachdem das Wasser bereits eine Stunde durch den Apparat lief.

I	II	III	IV	V	VI	VII
Temp. des Luftraumes	Temperatur des zulaufenden Wassers	Temperatur des ablaufenden Wassers	Mittel aus II und III	Differenz aus I und IV	Differenz zwischen II und III	Wassermenge in 1 Minute in ccm
4,4	31,98	30,12	31,05	26,65	1,86	75,5
4,42	32,03	30,122	31,076	26,65	1,908	75,5
4,5	31,99	30,14	31,065	26,56	1,85	75,5
4,4	31,98	30,17	31,075	26,67	1,81	75,5
4,6	31,995	30,142	31,0695	26,46	1,847	75,5
4,7	32,0	30,14	31,07	26,37	1,86	75,5
4,75	32,02	30,14	31,08	26,33	1,88	75,5
4,77	32,053	30,07	31,0615	26,29	1,883	75,5
4,77	32,07	30,21	31,14	26,37	1,86	75,5
4,77	32,08	30,24	31,16	26,38	1,84	75,5
4,8	32,102	30,245	31,1735	26,37	1,857	75,5
4,9	32,04	30,238	31,139	26,23	1,802	75,5
4,95	32,06	30,21	31,135	26,18	1,85	75,5

Aus diesem Versuche lassen sich zwei Mittel berechnen: das zufällige Mittel, das ohne Auswahl die Summe aus allen Zahlen zieht und ganz unverlässlich ist, und das rationelle Mittel. Zu letzterem gelangt man auf zwei Wegen. Entweder es finden sich in der Beobachtungsreihe Phasen, innerhalb welcher die Schwankung in allen Colonnen eine ganz geringe ist, dann darf man aus den Zahlen derselben das Mittel ziehen — oder aber der Gang des Versuches ist ein so ungünstiger, dass keine stetige Phase, sondern nur solche mit ab- und andere mit aufsteigender Tendenz der Wassertemperatur vorhanden sind. Dann thut man am besten, die Ergebnisse graphisch zu verzeichnen, einander entsprechende ab- und aufsteigende Curvenstücke auszuwählen und aus je zweien derselben das Mittel zu ziehen. Man muss dabei darauf achten, dass der Ausgleich der Temperatur im Zinkkasten trotz der oben geschilderten inneren Einrichtung desselben ein allmählicher ist, so dass das Steigen oder Sinken der Temperatur des Ablaufstromes dem des

Zulaufes nachhinkt. Das Misslichste aber bleibt, dass sonst einander vollkommen complementirende Phasen bei verschiedener Differenz zwischen Luftraum- und Wassertemperatur vor sich gehen, ein Fehler, den man auf rechnerischem Wege nicht mit Sicherheit ausgleichen kann.

Ueberblicken wir Versuch XXXIV, so lassen sich offenbar die 5.— 7. Reihe zur Berechnung des rationellen Mittels verwerthen. Dasselbe wäre:

I	II	III	IV	V	VI	VII	Calorien per qcm u. Minute
4,68	32,005	30,14	31,072	26,39	1,862	75,5	1,071

Aber auch die 9.—12. Reihe scheinen tauglich zu sein.
Das Mittel aus denselben lautet:

4,81	32,073	30,233	31,153	26,34	1,83975	75,5	1,058

Dagegen lauten die zufälligen Mittelzahlen:

4,67	32,03	30,168	30,099	26,42	1,851	75,5	1,064

Versuch XXXV. Dasselbe Papier aber ganz locker.

I	II	III	IV	V	VI	VII
4,6	32,31	30,45	31,38	26,78	1,86	75,1
4,7	32,42	30,51	31,46	26,56	1,91	75,1
4,9	32,41	30,56	31,48	26,58	1,85	75,1
5,0	32,39	30,58	31,48	26,48	1,81	75,1
5,1	32,405	30,59	31,49	26,39	1,815	75,1
5,2	32,34	30,61	31,47	26,27	1,73	75,1
5,3	32,34	30,595	31,46	26,16	1,745	74,1
5,3	32,28	30,60	31,44	26,14	1,68	75,1
5,3	32,26	30,59	31,42	26,12	1,67	75,1
5,4	32,28	30,57	31,42	26,02	1,71	75,1
5,4	32,22	30,58	31,40	26,00	1,64	75,1
5,4	32,21	30,53	31,37	25,97	1,68	75,1
5,5	32,22	30,525	31,37	25,87	1,695	75,1
5,5	32,17	30,53	31,35	25,85	1,64	75,1
5,5	32,17	30,51	31,34	25,84	1,66	75,1
5,5	32,17	30,51	31,34	25,84	1,66	75,1

Rationelles Mittel berechnet aus der 3.—5. Reihe

I	II	III	IV	V	VI	VII	Calorien per qcm u. Minute
5,0	32,401	30,576	31,48	26,48	1,825	75,1	1,044

Zufälliges Mittel aus allen Reihen

5,22	32,287	30,558	31,42	26,2	1,73	75,1	0,989

Zu letzterem ist zu bemerken, dass man das zufällige Mittel im Vorhinein als viel zu niedrig ansehen musste, weil sich die Temperatur des Zulaufes von der zweiten Reihe ab in fallender Richtung bewegte, während die des Ablaufes derselben erst von der zehnten Reihe an folgte. Aus diesen Versuchen folgte, dass bei einer Breite der Differenz zwischen Wasser- und Luftraumwärme

von 0,1° das Ergebniss infolge der Schwankungen der Wärmequelle um 0,03 Calorien d. h. um 3 % variiren konnte, dass aber selbst extreme Verhältnisse der Grösse der Luftschichte zwischen Kasten und Haut, wie sie in den eigentlichen Versuchen nicht vorkamen, innerhalb dieser Grenzen liegende Fehler lieferten.

Es folgen nun die Ergebnisse der einzelnen Versuche. Zu denselben wurde immer das zwischen den Schulterblättern liegende Hautstück ausgewählt, allenfallsige Reste der grossen Muskeln sorgfältig davon abpräparirt. Von den zwei Neugeborenen musste ich die ganze Breite der Rückenhaut nehmen. Die Temperaturdifferenz zwischen Wasser- und Luftraumwärme betrug bis auf Versuch XLIV 24—26°, war also viel grösser als die zwischen unserer Haut und der sie umgebenden Luft. Ich hatte es auch nicht auf die Höhe der Differenz, sondern vielmehr auf die Wasserwärme abgesehen. Da der Schmelzpunkt des Hautfettes bei Erwachsenen zwischen 27 und 30°, bei Neugeborenen zwischen 42 und 47° liegt, wollte ich die Wärmedurchlässigkeit der Haut unter Verhältnissen erforschen, welche denen der lebenden näher liegen, d. h. bei einem butterweichen bezw. flüssigen Zustande des Hautfettes.

Aus den einzelnen Versuchsprotokollen lässt es sich leicht ersehen und rechtfertigen, warum ich mich das eine Mal mit dem zufälligen Mittel begnügen durfte, das andere Mal aber ein rationelles Mittel zur Berechnung wählen musste.

Versuch XXXVI. 6. März. Neugeborener, ausgetragener Knabe von 3100 g, geb. 4. März abends, gest. 5. März mittags. Hautdicke 3,5 mm, wovon Fettpolster 3,0 mm.

Ablesung der Thermometer alle 3 Minuten, Wechseln der Wassergefässe jede 12. Minute.

I	II	III	IV	V	VI	VII
4,9	30,79	29,01	29,90	25,0	1,78	79,583
5,0	30,80	29,01	29,90	24,9	1,79	79,583
5,0	30,78	29,00	29,89	24,89	1,78	79,583
5,0	30,78	29,02	29,90	24,9	1,76	78,75
5,0	30,79	29,02	29,90	24,9	1,77	78,75
5,2	30,80	29,03	29,91	24,71	1,77	78'75
5,3	30,79	29,08	29,91	24,61	1,76	78,75
5,3	30,81	29,05	29,93	24,63	1,76	78,75
5,4	30,79	29,04	29,91	24,51	1,75	78,75
5,4	30,77	29,05	29,91	24,51	1,72	78,75
5,4	30,79	29,04	29,91	24,51	1,77	78,75
5,17	30,79	29,027	29,90	24,73	1,763	79,068

Abgabe bei Temperaturdifferenz 24,73° per Cubikcentimeter und Minute: 1,062 Cal.

Versuch XXXVII. 19. März. Um 3 Wochen zu früh geborener Knabe von 2205 g, geb. 18. März $1^1/_2$ Uhr nachts, gest. 12 Uhr mittags. Hautdicke 3—4 mm, wovon 2,5—3,5 mm Fettpolster.

Ablesung alle 2 Minuten, Wechseln der Wassergefässe jede 10. Minute.

I	II	III	IV	V	VI	VII
4,4	31,33	29,34	30,38	25,93	1,99	72,5
4,4	31,38	29,38	30,38	25,98	2,00	72,0
4,4	31,40	29,40	30,40	26,00	2,00	72,0
4,5	31,40	29,42	30,41	25,91	1,98	72,0
4,6	31,42	29,44	30,43	25,83	1,98	72,0
4,6	31,40	29,45	30,45	25,85	1,95	72,0
4,6	31,46	29,45	30,42	25,82	2,01	72,0
4,6	31,40	29,48	30,43	25,83	1,92	72,0
4,6	31,39	29,47	30,42	25,82	1,92	72,0
4,7	31,38	29,46	30,42	25,72	1,92	72,0
4,8	31,38	29,45	30,41	25,61	1,93	72,0
4,8	31,38	29,44	30,41	25,61	1,94	69,5
4,8	31,36	29,44	30,40	25,60	1,92	69,5
4,8	31,41	29,43	30,42	25,62	1,98	69,5
4,8	31,36	29,43	30,49	25,59	1,93	69,5
4,9	31,33	29,43	30,38	25,48	1,90	69,5
4,64	31,38	29,43	30,40	25,76	1,95	71,25

Rationelles Mittel berechnet aus 4.—13. Reihe

4,66 31,397 29,45 30,42 25,76 1,947 71,50

Abgabe bei 25,76° pro Quadratcentimeter und Minute: berechnet aus dem zufälligen Mittel 1,058 Cal., berechnet aus dem rationellen Mittel 1,060 Cal.

Versuch XXXVIII. 16. März. 1 Jahr 11 Monate alter Knabe, gest. 15. März $8^1/_4$ Uhr abends an Diphtherie. Hautdicke 4—5 mm, davon 3—4 mm Fettschichte.

Ablesung alle 3 Minuten, Wechsel der Wassergefässe jede 12. Minute.

I	II	III	IV	V	VI	VII
5,2	31,29	29,20	30,24	25,04	2,09	69,16
5,2	31,30	29,23	30,26	25,06	2,07	69,16
5,2	31,30	29,28	30,29	25,09	2,02	69
5,3	31,24	29,29	30,26	24,96	1,95	69
5,4	31,15	29,24	30,19	24,79	1,91	69
5,3	31,02	29,19	30,10	24,80	1,83	69
5,2	31,216	29,238	30,21	24,91	1,978	69,052

Nach der Form der Curve wird der aus dem zufälligen Mittel zu berechnende Werth zu klein ausfallen; rationeller erscheint der Werth der 3. Reihe.

Abgabe bei 24,91° pro Quadratcentimeter und Minute 1,0406 Cal., aus der 3. Reihe berechnet bei 25,09°: 1,061 Cal. Mittel aus beiden bei 25°: 1,050 Cal.

Versuch XXXIX. 13. März. 2½ Jahre alter Knabe, gest. 12. März 4¼ Uhr morgens an Pneumonia p. morbillos, Perforatio oesophagi et tracheae. Stark abgemagert. Hautdicke 3,5 mm, Fettgewebe 2,0 mm.

Zimmertemperatur 3°. Versuchsanordnung wie bei XXXVIII.

I	II	III	IV	V	VI	VII
5,4	31,89	30,10	30,99	25,59	1,79	71,416
5,4	31,90	30,10	31,0	25,60	1,80	71,416
5,6	31,89	30,08	30,98	25,38	1,81	71,416
5,6	31,91	30,08	30,99	25,39	1,83	71,416
5,6	31,89	30,10	30,99	25,39	1,79	71,416
5,52	31,896	30,092	30,994	25,47	1,804	71,416

Abgabe bei 25,47° pro Quadratcentimeter und Minute: 0,981 Cal.

Versuch XL. 4. März. 17jähr. Mann, gest. 3. März, 7½ Uhr abends an Scharlach. Hautdicke 5 mm, davon 2,5 mm subcutanes Zellgewebe.

Ablesung alle Minute, das Wasser wird jede 10 Minuten durch 2 Minuten gemessen, und die während dieser bestimmte Grösse für die vorhergehenden 10 Minuten als constant angenommen.

I	II	III	IV	V	VI	VII
4,0	31,435	29,28	30,35	26,35	2,155	74,75
4,0	31,47	29,28	30,37	26,37	2,19	74,75
4,0	31,498	29,30	30,39	26,39	2,198	74,75
4,0	31,50	29,31	30,40	26,40	2,19	74,5
4,0	31,49	29,34	30,41	26,41	2,15	74,5
4,1	31,47	29,34	30,40	26,30	2,13	74,5
4,1	31,47	29,34	30,40	26,30	2,13	74,5
4,2	31.47	29,35	30,41	26,21	2,12	74,5
4,2	31,47	29,35	30,41	26,21	2,12	74,5
4,2	31,47	29,34	30,40	26,205	2,13	74,5
4,2	31,47	29,34	30,40	26,205	2,13	74,5
4,2	31,44	29,35	30,39	26,19	2,09	74,25
4,2	31,44	29,35	30,39	26,19	2,09	74,25
4,2	31,43	29,35	30,39	26,19	2,08	74,25
4,22	31,41	29,36	30,38	26,16	2,05	74,25
4,12	31,4622	29,32	30,39	26,27	2,1422	74,48

Abgabe bei 26,27° pro Quadratcentimenter und Minute: 1,215 Cal.

Versuch XLI. 17. März. 19jähr. Mann, gest. 16. März 9½ Uhr vormittags. Hautdicke 5 mm, subcutanes Zellgewebe 0,5 mm dick, fettlos.

Ablesung alle 2 Minuten, Wechsel der Wassergefässe jede 10. Minute.

I	II	III	VI	V	VI	VII
3,85	31,14	29,04	30,09	26,24	2,10	69,2
3,90	31,12	29,06	30,09	26,19	2,06	69,1
4,0	31,07	29,07	30,07	26,07	2,00	69,1
4,1	31,06	29.06	30,06	25,96	2,00	69,1
4,1	31,08	29,06	30,07	25,97	2,02	69,1
4,1	31,12	29,07	30,09	25,99	2,05	69,1
4,2	31,12	29,08	30,10	25,90	2,04	68,7
4,3	31,06	29,09	30,07	25,77	1,95	68,7
4,3	31,08	29,08	30,08	25,78	2,00	68,7
4,4	31,10	29,08	30,09	25,69	2,02	68,7
4,4	31,11	29,09	30,10	25,70	2,02	68,7
4,4	31,13	29,11	30,12	25,72	2,02	68,7
4,4	31,14	29,12	30,13	25,73	2,02	68,7
4,4	31,17	29,14	30,15	25,75	2,03	68,7
4,5	31,18	29,16	30,17	25,67	2,02	68,7
4,55	31,16	29,18	30,17	25,62	1,98	68,7
4,55	31,18	29,18	30,18	25,63	2,00	68,5
4,6	31,19	29,20	30,19	25,59	1,99	68,5
4,6	31,21	29,21	30,21	25,61	2,00	68,5
4,7	31,25	29,22	30,23	25,53	2,03	68,5
4,8	31,28	29,26	30,27	25,47	2,02	68,5
4,34	31,14	29,12	30,13	25,99	2,02	68,771

Rationelles Mittel berechnet aus Reihe 2—6.

I	II	III	IV	V	VI	VII
4,04	31,09	29,064	30,077	26,03	2,026	69,1

Abgabe pro Quadratcentimeter und Minute bei 25,99°: 1,058 Cal. bei 26,03° rationelles Mittel: 1,066.

Versuch XLII. 8. März. 22jähr. Mann, gest. 2. März ½7 Uhr abends an Darmperforation p. trauma. Hautdicke 5 mm, subcutanes wenig fettes Zellgewebe 3 mm dick.

Ablesen alle 3 Minuten, Abmessen der Wassermenge durch 2 Minuten nach je 5 Minuten, vgl. Versuch XL.

I	II	III	IV	V	VI	VII
2,55	30,28	28,24	29,26	26,71	2,04	75,25
2,6	30,31	28,28	29,28	26,68	2,06	75,25
2,8	30,34	28,28	29,31	26,51	2,06	74,75
2,9	30,38	28,30	29,34	26,44	2,08	74,75

(Fortsetzung auf S. 519.)

I	II	III	IV	V	VI	VII
3,0	30,38	28,32	29,35	26,35	2,06	74,5
2,98	30,37	28,335	29,35	26,37	2,035	74,5
3,05	30,355	28,355	29,35	26,30	2,00	74,5
3,2	30,38	28,38	29,38	26,18	2,00	74,5
. 3,2	30,31	28,38	29,34	26,14	1,93	74,25
2,92	30,345	28,315	29,33	26,41	2,03	74,694

Abgabe pro Quadratcentimenter und Minute bei 26,41°: 1,152 Cal.

Versuch XLIII. 15. März. 26 jähr. Mann, gest. 14. März 10³/₄ Uhr vormittags an Meningitis cerebrospin. und Miliartuberkulose. Hautdicke 5 mm; subcutanes, fettloses Zellgewebe 1 mm. Versuchsanordnung wie Versuch XXXVIII.

I	II	III	IV	V	VI	VII
4,8	31,10	29,19	30,14	25,34	1,91	69,583
4,9	31,12	29,18	30,15	25,25	1,94	69,583
5,0	31,10	29,18	30,14	25,14	1,92	69,3
4,9	31,10	29,19	30,14	25,24	1,91	69,3
5,0	31,10	29,19	30,14	25,14	1,91	69,3
4,92	31,104	29,186	30,14	25,22	1,918	69,4132

Abgabe pro Quadratcentimeter und Minute bei 25,22°: 1,014 Cal.

Versuch XLIV. 5. März. 41 jähr. Mann gest. 4. März 7³/₄ Uhr abends an Phthisis pulmonum. Hautdicke 4,5 mm, subcutanes Zellgewebe 1,5 mm. Versuchsanordnung wie Versuch XXXVIII

I	II	III	IV	V	VI	VII
6,4	30,15	28,11	29,13	22,73	2,04	65,416
6,4	30,21	28,16	29,18	22,78	2,05	65
6,4	30,13	28,22	29,17	22,77	1,91	65
6,4	30,06	28,23	29,14	22,74	1,83	65
6,5	29,94	28,16	29,05	22,55	1,78	65
6,5	29,80	28,07	28,93	22,43	1,73	64,83
6,6	29,75	28,00	28,87	22,27	1,75	64,83
6,7	29,74	27,92	28,83	22,13	1,82	64,83
6,7	29,74	27,90	28,82	22,12	1,84	64,83
6,7	29,77	27,87	28,82	22,12	1,80	64,16
6,5	29,77	27,91	28,84	22,27	1,86	64,16
6,52	29,9145	28,05	28,98	22,46	1,8645	64,825

Rationelles Mittel berechnet als Mittel aus den Reihen 2—3 und 10—11.

I	II	III	IV	V	VI	VII
6,5	29,97	28,04	29,00	22,5	1,93	64,583

Abgabe pro Quadratcentimeter und Minute bei 22,5°: 0,949 Cal.

Versuch XLV. 11. März. 52jähr. Weib, gest. 10. März 9¼ Uhr abends an Carcinoma mammae. Hautdicke 3 mm, subcutanes Gewebe ganz fettlos 0,5 mm. Epidermis sehr trocken und abschilfernd. Versuchsanordnung wie in Versuch XXXVIII.

I	II	III	IV	V	VI	VII
5,2	31,75	29,65	30,70	25,50	2,10	76,6
5,2	31,75	29,69	30,72	25,52	2,06	76,6
5,4	31,74	29,69	30,715	25,31	2,05	76,6
5,5	31,75	29,68	30,715	25,21	2,07	76,6
5,6	31,80	29,70	30,75	25,15	2,10	76,25
5,38	31,758	29,682	30,72	25,34	2,076	76,58

Abgabe pro Quadratcentimeter und Minute bei 25,34°: 1,211 Cal.

Versuch XLVI. Dieselbe Haut, nachdem die obersten Epidermislagen mit einem Messer glatt geschabt worden waren. Sonst wie vorher.

I	II	III	IV	V	VI	VII
6,78	32,42	30,23	31,32	24,62	2,20	77,25
6,8	32,42	30,46	31,34	24,54	2,16	77,25
6,8	32,30	30,24	31,27	24,47	3,06	77,25
6,8	32,33	30,20	31,26	24,46	2,13	77,25
6,8	32,36	30,21	31,28	24,48	2,15	77,25
6,8	32,40	30,24	31,31	24,51	2,17	77,083
6,7	32,40	30,28	31,34	24,64	2,12	77,083
6,77	32,3757	30,2342	31,30	24,53	2,1415	77,202

Abgabe pro Quadratcentimeter und Minute bei 24,53°: 1,259 Cal.

Versuch XLVII. 10. März, 59jähr. Mann, gest. 9. März 9½ Uhr vormittags an Peritonitis. Hautdicke 5—6 mm, Unterhautzellgewebe 2—3 mm fettarm. Anordnung des Versuches wie in Versuch XXXVIII.

I	II	III	IV	V	VI	VII
4,8	32,33	30,19	31,26	26,46	2,14	72,75
4,8	32,45	30,24	31,34	26,54	2,21	72,75
4,9	32,49	30,30	31,39	26,49	2,19	72,75
4,9	32,42	30,33	31,37	26,47	2,09	72,75
4,9	32,36	30,33	31,34	26,44	2,03	72,75
4,8	32,30	30,22	31,31	26,51	2,02	72,75
5,0	32,25	30,27	31,26	26,26	1,98	72,75
5,1	32,23	30,22	31,22	26,12	2,01	72,75
5,1	32,23	30,19	31,26	26,15	2,04	72,75
5,1	32,26	30,19	31,22	26,12	2,07	72,75
5,0	32,34	30,20	31,27	26,27	2,14	72,75
4,94	32,3327	30,2518	31,29	26,35	2,0809	72,75

Rationelles Mittel berechnet aus den Mittelwerthen der Reihen 1—5 und 5—11.

I	II	III	IV	V	VI	VII
4,93	32,3455	30,2615	31,30	26,37	2,084	72,75

Abgabe pro Quadratcentimeter und Minute bei 26,37°: 1,155 Cal.

Tabelle über Versuch XXXVI—XLVII.

Nummer des Versuches	Alter	Dicke der Haut	Dicke des Zellgewebes	Bemerkung	Differenz zur Wasser- und Luftraumtemperatur	Abgabe per Quadratcentimeter und Minute in Calorien
		im Millimeter				
XXXVI	1 Tag	3,5	3,0	fettreich	24,73	1,062
XXXVII	1 „	3—4	2,5—3,5	„	25,76	1,059
XXXVIII	1 J. 11 M.	4—5	3—4	„	25,0	1,050
XXXIX	2½ J.	3,5	2,0	mittelfett	25,47	0,981
XL	17 J.	5	2,5	„	26,27	1,215
XLI	19 J.	5	0,5	fettlos	26,03	1,066
XLII	22 J.	5	3,0	wenig fett	26,41	1,152
XLIII	26 J.	5	1,0	fettlos	25,22	1,014
XLIV	41 J.	4,5	1,5	„	22,5	0,949
XLV	52 J.	3	0,5	„	25,34	1,211
XLVI	Dieselbe			geglättet	24,53	1,259
XLVII	59 J.	5—6	2—3	fettarm	26,37	1,155

Diese Zahlen können aber nicht ohne weiters verglichen werden, weil sie verschiedenen Temperaturunterschieden entsprechen. Um dieselben zu corrigiren, müsste man mehrere Hautstücke einzeln bei verschiedenen Temperaturdifferenzen untersuchen und könnte so eine mittlere, je 1° entsprechende procentische Correctur berechnen. Ich habe das dreimal unternommen, war aber nie insoweit vom Zufalle begünstigt, dass ich für ein und dieselbe Haut bei verschiedenen Temperaturdifferenzen jedesmal verwerthbare Reihen erhalten hätte. Man konnte aber immerhin aus den Ergebnissen berechnen, dass bei Unterschieden, welche sich zwischen 25 und 26° bewegen, einem Unterschiede von 0,1° ein Zuwachs bezw. eine Verringerung von 0,0098 Cal. für Quadratcentimeter und Minute entsprachen. Zu einer davon nicht viel verschiedenen Zahl gelangt man, wenn man aus obiger Tabelle die bei Differenzen zwischen 25 und 25,76°, sowie jene bei 26,03 — 26,41° gewonnenen Ziffern gesondert zusammenstellt und aus jeder Reihe das Mittel zieht. Dann ergibt sich für

26,27°: 1,147 und für 25,358°: 1,0628 Cal., so dass jedem 0,1° : 0,0092 Cal. entsprächen. Im Grunde genommen bedarf es nicht einmal derartiger Correctur, um die Bedeutung der auf der eben gegebenen Tabelle zusammengestellten Ergebnisse zu erkennen. Eine solche dient nur der bequemeren Uebersicht und darf angewandt werden, sobald man Folgendes im Auge behält. Für jene Beobachtungen, in denen die abgegebenen Wärmemengen grösser als das Mittel (1,105 Cal. für Minute und Quadratcentimeter) sind, fallen die corrigirten Zahlen zu gross aus, wenn die Correctur im negativen, zu klein, wenn sie im positiven Sinne vorgenommen wurde. Für jene Beobachtungen, in denen die abgegebenen Wärmemengen unter dem Mittel liegen, sind die berechneten Zahlen zu gross bei Correctur im positiven, zu klein bei solcher im negativen Sinne.

Zweite Tabelle über Versuche XXXVI—XLVII,
berechnet für eine Differenz von 26°.

Nummer des Versuches	Alter	Abgegebene Wärme pro Quadratcentimeter und Minute	Diese Zahl ist zu
XXXVI	1 Tag	1,178	gross
XXXVII	1 „	1,081	„
XXXVIII	1 Jahr 11 M.	1,142	„
XXXIX	2½ Jahr	1,029	„
XL	17 Jahr	1,190	„
XLI	19 „	1,063	klein
XLII	22 „	1,115	„
XLIII	26 „	1,085	gross
XLIV	41 „	1,271	klein
XLV	52 „	1,271	„
XLVI	52 „	1,394	„
XLVII	59 „	1,121	gross

Diese übersichtliche Zusammenstellung meiner Versuchsergebnisse lehrt demnach, dass die Wärmedurchlässigkeit der todten Haut des Neugeborenen im Ganzen eine geringere, sicher aber keine grössere ist als jene der von mir untersuchten erwachsenen Personen. Um abzuwägen, ob dieser Befund auch auf den lebenden Menschen übertragen werden dürfe und wie er mit den Angaben von Arnheim und Masje zusammenzustimmen sei, bedarf es nur der Erwägung, wo-

rauf diese Eigenschaft der Haut des Neugeborenen beruhe. Aus den Versuchen Klug's lässt sich erschliessen, dass die Mächtigkeit des Fettgewebes auf die Grösse der Wärmedurchlässigkeit der Haut von vorwiegendem Einflusse sei; seit L. Langer wissen wir ferner, dass das Unterhautfett beim Neugeborenen eine, an und für sich betrachtet, nicht um Vieles dünnere, in Beziehung zur Dicke der Haut aber eine viel mächtigere Schicht bildet als beim Erwachsenen. Hält man noch dazu, dass dieses Fettpolster beim Neugeborenen eine weit gleichmässigere und fester abschliessende Hülle darstellt, während es im späteren Leben durch zahlreiche und stärkere Bindegewebszüge unterbrochen ist, so wird die geringere Wärmedurchlässigkeit der Haut des Neugeborenen begreiflich. Ob auch der höhere Schmelzpunkt des Hautfettes beim Neugeborenen (Langer) für die Wärmeleitung von Bedeutung sei, dafür fehlen vorläufig bestimmte Anhaltspunkte.

Es lag nach alledem der Gedanke nahe, die entgegengesetzten Angaben Arnheim's und Masje's für vier- bis zwölfjährige Kinder darauf zu beziehen, dass die Verhältnisse der Dicke des Hautfettes sowie seiner Zusammensetzung in diesem Lebensalter bereits andere seien als beim Neugeborenen. Nach dieser Richtung habe ich vorläufig einige Beobachtungen angestellt, deren Abschluss aber künftiger besonderer Arbeit aufgespart werden soll, da mir das Verschwinden des hoch schmelzenden Fettes aus der Haut des Kindes von weitgehendem Interesse zu sein scheint. Es handelt sich um die Bestimmung der Dickenverhältnisse der einzelnen Hautschichten, sowie um die Bestimmung des Schmelzpunktes des Hautfettes. Rücksichtlich der ersten Frage hat mich Herr Professor Dr. Hans Chiari in Prag freundlichst durch sein Kindermaterial unterstützt, an welchem er durch seine Herren Assistenten die Messungen vornehmen liess; in derselben Richtung bin ich Herrn Dr. Rudolph Fischl, Assistenten der Kinderklinik an der Prager Landesfindelanstalt, dankbar verpflichtet. Alle Messungen beziehen sich auf einen etwas von der Wirbelsäule entfernten Punkt der Rückenhaut zwischen den Schulterblättern. Die Schmelzpunktbestimmungen, vorerst noch gering an Zahl, wurden an den durch trockenes Erhitzen der Haut bis 80° gewonnenen Fettmengen in unten offenen Haarröhrchen angestellt.

Tabelle über die Dickenverhältnisse der Haut.

Nr.	Ausgetragen oder Fötalalter	Alter am Sterbetage	Geburtsgewicht	Todesgewicht	Geschlecht	Todesursache	Dicke in mm der Haut	Dicke in mm der Cutis	Dicke in mm des subcut. Zellgewebes	Dicke des subc. Zellgewebes in % der Hautdicke	Beobachter
1	Mitte d. 10. M.	1 Stunde	2270		m.	Atelectasis pulm.	2,5	0,5	2	80	Dr. Richter
2	Anfg. „ „	10 Stund.	2205		m.		3—4	0,5	2,5-3,5	83—87	Ich
3	ausgetragen	12 „	3100		m.		3,5	0,5	3,0	85	„
4	„	5 Tage	2720		m.	Atelectasis pulm.	3	0,5	2,5	83	Dr. v. Limbeck
5	„	7 „	3250	2450	m.	Cheilognathopalatoschisis, Pneumonia	2,25	0,75	1,5	66	Dr. R. Fischl
6		8 „	3200	2850	w.	Omphalitis, Tetanus	3	1	2	66	„ „
7		12 „	2680	1850	m.	Hämophilia septica	2	0,5	1,5	75	„ „
8		14 „	2620	1700	m.	Gastroenterocat. ac.	1	0,5	0,5	50	„ „
9		17 „	3270	2250	m.	„ „	1,5	0,5	1,0	66	„ „
10		28 „	2370	1800	m.	„ chr.	1,0	1,0	0	0	„ „
11		3 Monat			w.	Enterocat. ac.	6,0	2,0	4,0	66	Prof. v. Maschka
12		$1^3/_4$ Jahr			m.	Diphtherie	4,5	1,0	3,5	77	Ich
13		$2^1/_2$ „			m.	Pneumonia p. morbillos	3,5	2,0	1,5	66	„
14		17 „			m.	Scarlatina	5	2,5	2,5	50	„
15		19 „			m.	Phthisis pulm.	5	4,5	0,5	10	„
16		20 „			w.	Typhus abd.	7	3	4	57	„
17		21 „			m.	Phthisis pulm.	5,5	2,5	3	54	„
18		22 „			m.	Perforatio intest.	5	2	3	60	„
19		26 „			m.	Meningit. cerebrosp. Miliartuberculose	5	4	1	20	„
20		41 „			m.	Phthisis pulm.	4,5	3	1,5	33	„
21		52 „			w.	Carcinoma mammae	3	2,5	0,5	16	„
22		56 „			m.	Pachymeningit. chr.	7	4	3	42	„
23		59 „			m.	Peritonitis	5—6	3	2—3	40—50	„
24		Altes			w.	„	5—6	2,5-3,5	2,5	41—50	„

Tabelle über den Schmelzpunkt des Hautfettes.

Nr.	Alter	Todesursache	Ort	Schmelzpunkt
1	8½ monatl. Frucht	todtgeboren	Rücken	47,2
2	2 täg. Kind	Atelectase	"	43,8
3	dasselbe	"	Kreuzbein	44,6
4	"	"	Fettpolster über den Glutäis	42,3
5	1 Jahr 11 Mon.	Diphtherie	Rücken	28,7—30,2
6	2½ Jahr	Pneumonie	"	30,1—30,2
7	19 "	Phthisis pulm.	"	29,8—30,0
8	26 "	Meningitis	"	27
9	8 tägiger Hund		"	40,4—41

Aus diesen Zusammenstellungen geht hervor, dass sich — vielleicht schon von den ersten Lebenstagen an — die Verhältnisse der Hautdicke zu ändern beginnen, während andererseits der Schmelzpunkt des Hautfettes mit dem Alter abzunehmen scheint. Wir haben demnach genügenden Grund anzunehmen, dass die Angaben Arnheim's und Masje's über die grössere Wärmeabgabe von der Haut jüngerer Personen vorläufig nicht auf die ersten Lebenstage zu übertragen sind. So lange also die Wärmeabgabe selbst bei neugeborenen Kindern nicht mittels eines verlässlichen Verfahrens bestimmt worden ist, können wir uns nur an den einen von uns untersuchten Factor derselben halten, an die Wärmedurchlässigkeit der Haut. Dieselbe ist in den ersten Lebenstagen sicher keine grössere, wahrscheinlich sogar eine geringere als beim Erwachsenen und kann demnach nicht zur Erklärung der Wärmebeweglichkeit des gesunden Neugeborenen herangezogen werden.

Es geht aber auch aus unseren Beobachtungen und besonders aus den Messungen an ausgezehrt verstorbenen Kindern hervor, dass bei diesen eben jene Verhältnisse verschwinden, welche die Haut des gesunden Neugeborenen zu einem weit besseren Wärmeschutzmittel gestalten als die des Erwachsenen. Demnach darf eine bei einem atrophischen Kinde angestellte Beobachtung nicht auf den Neugeborenen überhaupt übertragen werden. (S. Eröss oben S. 501.)

6. Die unvollkommene Ausbildung des Wärmeregelungsapparates als Ursache der Wärmebeweglichkeit.

Durch die Untersuchungen Edwards' war auf dem Wege der vergleichenden Biologie, in der Arbeit Jürgensen's auf Grund von Beobachtungen am Menschen der Beweis zu erbringen gesucht worden, dass die Eigenart der Wärmeverhältnisse des Neugeborenen durch einen im Lebensalter selbst gelegenen Umstand bedingt werde. Edwards hatte dies daraus erschlossen, dass sich neugeborene Thiere grosser Arten und die mangelhaft befiederten jungen Vögel noch immer rascher abkühlen als erwachsene Thiere kleiner Arten und nackte erwachsene Vögel. Jürgensen hat aus dem Fehlen der Tagesbewegung und dem Auftreten unregelmässiger Schwankungen den Satz abgeleitet: „dass bei dem Neugeborenen nach allen Richtungen hin die Körperwärme sich viel weniger strengen Gesetzen unterworfen zeigt, als es bei dem Erwachsenen der Fall ist. Auch hier muss die Unterordnung unter das Gesetz erst erlernt werden", Gleichbedeutsam sagt Wolff: „Die ausgiebigeren Schwankungen in der Temperatur Neugeborener gegenüber Erwachsener rühren davon her, dass sich der Organismus — entsprechend typisch wiederkehrenden Reizen — noch nicht an typische Functionen gewöhnt hat."

Diese auch von Liebermeister übernommene Anschauung gewann an Boden, als zuerst durch Soltmann auf physiologischem, dann durch das Studium der Gehirnanatomie auf anatomischem und histologischem Wege der Nachweis geliefert wurde, dass eine Reihe von Nervenbahnen und die entsprechenden nervösen Thätigkeiten beim neugeborenen Thiere und Menschen noch unentwickelt sind. Man konnte nunmehr ein solches Verhalten auch für den zusammengesetzten Apparat annehmen, welcher die Wärmeregelung vermittelt. Aber ein derartiger Rückschluss ist um so weniger berechtigt, als bislang keine Beobachtungen vorlagen, welche die Unvollkommenheit der Wärmeregelung Neugeborener unzweifelhaft erwiesen hätten. Denn Niemand wird sich die Regulation des Organismus als eine ausserordentliche Thätigkeit erdenken, welche unter allen Umständen die für den Körper günstigen Lebensbedingungen herzustellen im Stande ist. Vielmehr beschränkt sich

die Wirksamkeit der Regulation auf bestimmte, immerhin enge Grenzen. Man darf deshalb aus der Labilität der Körperwärme nicht sofort eine Unvollkommenheit der Wärmeregelung erschliessen. Beim Neugeborenen werden an dieselbe vorzüglich in Folge der beziehentlich grösseren Oberfläche, beim Greise, der nach Davy (cit. b. Liebermeister S. 74) gleichfalls eine bedeutendere Wärmelabilität besitzt, und bei Genesenden nach heftigen Fiebern in Folge des Schwundes des Hautfettes grössere Anforderungen gestellt, denen sie nicht genügen kann, ohne dass deshalb ihr Apparat weniger vollkommen functioniren müsste, als er es überhaupt thut.

Es erhellt daraus, dass weder der Nachweis des unregelmässigen Wärmeganges (Jürgensen) noch jener der Wärmeschwankungen (Wolff) genügten, um die Unvollkommenheit der Wärmeregelung beim Neugeborenen und damit die Entwicklung derselben im extrauterinen Leben nachzuweisen. Während ich nun eine erste Arbeit (Ist ein unmittelbarer Einfluss der Grosshirnrinde auf die Gefässe erwiesen? V. A. CI, 1885) in der Absicht unternommen hatte, sofort die unentwickelte Function der von Landois als Wärmecentrum angesprochenen Hirnrinde bei jungen Thieren nachzuweisen, gehe ich in dieser Studie dem Ziele nach, die Unvollkommenheit der Wärmeregelung beim Neugeborenen vorerst biologisch zu prüfen und ihr Bestehen zu beweisen. Dieser Nachweis hatte auf zwei Wegen zu geschehen: einmal, indem man alle übrigen Bedingungen der Wärmebeweglichkeit im Allgemeinen und dann in Beziehung auf den Neugeborenen prüfte — und dies ist in dem vorhergehenden Theile dieser Untersuchung versucht worden — und daraus den Schluss ableitete, dass sie allein zur Erklärung der Wärmebeweglichkeit der ersten Lebenstage nicht genügen. Zum Zweiten musste die Mangelhaftigkeit des wärmeregulatorischen Apparates direct erwiesen werden. Auch dieses konnte auf zwei Wegen geschehen. War die Bedeutung anderer Bedingungen für die Wärmebeweglichkeit erkannt worden, so war die Mangelhaftigkeit der Wärmeregulation dadurch erwiesen, dass jene auch bei Ausschluss des Einflusses dieser Bedingungen fortbestand. Konnte man zum Anderen nachweisen, dass die Wärmeregulation an Vollkommenheit mit dem Lebensalter zunehme, obzwar sich die Bedeutung der übri-

gen Bedingungen in ihrer Grösse nicht änderte, so war damit die Kette der Beweise geschlossen.

Das erste Ziel heischte die Beobachtung des Wärmeganges unter Verhältnissen, bei denen alle übrigen Bedingungen ausgeschlossen waren, welche Wärmebeweglichkeit hervorrufen. Als solche haben wir nacheinander pathologische Störungen, ungenügende Ernährung und wiederholte Nahrungsaufnahme, das Aufeinanderwirken mehrerer den Wärmegang beeinflussenden Factoren, das durch das Körpergewicht gegebene Verhältniss von Oberfläche zum Inhalt und die Wärmedurchlässigkeit und Wärmestrahlung der Haut kennen gelernt. Wollte man also die Unvollkommenheit des Wärme regelnden Apparates indirect beweisen, so konnte dies am ehesten dadurch geschehen, dass man die unregelmässigen Schwankungen der Körperwärme auch dann beobachtete, wenn die soeben aufgeführten Einflüsse nicht zur Geltung kamen. Dies war aber auch dann sehr schwierig, wenn man dem Eindringen der Mikroorganismen in den Körper als einer regelmässigen, pathologischen Bedingung keine solche Bedeutung beilegte. Die ungenügende Ernährung konnte man durch Auswahl der Versuchsperson, alle übrigen Factoren aber nur dann ausschliessen, wenn das Kind vor der ersten Abkühlung bewahrt, sofort in eine Couveuse gebracht würde, in welcher eine stetige Temperatur bestände. Dies durchzuführen war mir unmöglich, und so kann ich die Versuche I—IV wohl zur Vergleichung mit Beobachtungen an Erwachsenen benutzen und aus denselben beweisen, dass die Wärmebeweglichkeit des Neugeborenen eine grössere ist, aber ich darf nicht aus denselben ableiten, dass der Wärmeregulationsmechanismus des Neugeborenen ein unvollkommener sei. Denn diese Kinder kamen bald in wärmere Umgebung, das Bett der Mutter, dann wurden sie wieder durch Verdunstung des entleerten Harnes abgekühlt, so dass die durch die beziehentlich grössere Oberfläche gesteigerte Wärmeaufnahme- und Abgabefähigkeit zur Geltung gelangen konnte.

Bei Anwendung der oben geschilderten, zweiten thermometrischen Methode, der Methode der künstlichen Achselhöhle, begünstigte mich der Zufall einmal in der Art, dass ich ein dreitägiges Kind beobachtete, das nach einem kühlen Bade durch acht Stunden un-

unterbrochen in seinem Bettchen schlief, ohne während dieser Zeit zu trinken, Harn oder Stuhl zu entleeren, bei dem endlich jede Veränderung seiner Bedeckung sorgfältig vermieden wurde. Bei diesem Kinde zeigte sich nun ein zickzackförmiges Auf- und Absteigen der Körperwärme innerhalb 0,9°. Ich war noch in meiner vorläufigen Mittheilung geneigt, diese Beobachtung als Beweis einer Wärmebeweglichkeit anzusehen, die einzig und allein durch die Unvollkommenheit des wärmeregulatorischen Apparates beim Neugeborenen bedingt werde. Ich stützte mich dabei auf die Thatsache, dass Schwankungen der Körperwärme in dieser Form bei Erwachsenen nach Abkühlungen nicht auftreten. Indem ich aber seither die grössere Beweglichkeit des mittels dieser Methode zu beobachtenden Wärmeganges zahlenmässig feststellte (s. S. 464) und in Kenntniss der Thatsache, dass G. Wertheim und Colin bei subcutaner Temperaturmessung ganz ähnliche Schwankungen an Thieren beobachteten, welche einer starken Abkühlung ausgesetzt wurden — ohne dass freilich die gedachten Forscher diesen Punkt beachtet hätten — scheint mir die damals vertretene Deutung meiner Beobachtung recht zweifelhaft. Vielmehr glaube ich ihre Erklärung in anderer Richtung suchen zu dürfen, in einem durch die grosse Anforderung an die Wärmeproduction ausgelösten Thätigkeitswechsel zwischen Haut und Muskulatur, welcher vielleicht die anatomische Grundlage des Jürgensen'schen Compensationsgesetzes vorstellt. Für die uns hier beschäftigenden Fragen sind diese Beobachtungen und die sich an dieselben knüpfenden Hypothesen vorläufig nicht von Bedeutung.

Es blieb also noch der zweite Weg übrig, der nämlich, die Veränderungen der Wärmeregelung während der ersten Lebenstage an ein und demselben Kinde zu verfolgen. Dazu eignete sich am besten ein Studium der Wärmeregelung während und nach der Abkühlung, und so gipfelte denn mein Versuchsplan in der Beantwortung folgender Fragen:

1. Wann tritt die Erstwirkung der Abkühlung, das von Liebermeister beobachtete Ansteigen der Körperwärme, zum ersten Male auf?

2. Lässt sich die von v. Bärensprung und Sommer an verschieden alten Kindern gemachte Beobachtung, dass die Bäder an den folgenden Tagen keine so bedeutende Temperaturerniedrigung zur Folge haben, wie das des ersten Tages, auch bei ein und demselben Kinde anstellen, d. h. nimmt die Dauer der ersten Nachwirkung mit dem Lebensalter ab?

Es lag in meiner Absicht, endlich noch die Frage zu beantworten, ob die zweite Nachwirkung, das compensirende Ansteigen der Körperwärme auch beim Neugeborenen oder an welchem Lebenstage zuerst beobachtet werden könne. Aber dahin zielende, mittels der Methode der künstlichen Achselhöhle angestellte Versuche, es sind ihrer sieben, lieferten von zufälligen Temperaturschwankungen derartig beherrschte Curven, dass ein Urtheil darüber ganz unmöglich ist, ob die beobachteten Temperatursteigerungen nur etwas Zufälliges oder aber der Ausdruck der zweiten Nachwirkung waren.

Dagegen habe ich während meiner Versuche dem Auftreten des Zitterns in Folge von Kälte besondere Aufmerksamkeit geschenkt, da sich dasselbe in seiner Entwicklung verfolgen liess.

Die nachfolgenden Versuche über das Auftreten der Erstwirkung der Abkühlung und über das Zittern sind im Jahre 1885 an der Klinik des Herrn Geh. Rathes Prof. Gusserow angestellt worden. Der Gang des einzelnen Versuches, wie er in der Mehrzahl der Fälle eingehalten wurde (nur Vers. L, LVI, LXI weichen von demselben vollkommen ab), war folgender: Sofort nach der unmittelbar nach der Geburt erfolgten Abnabelung übernahm ich das Neugeborene, trocknete es rasch mit warmen Tüchern ab und hüllte es in eine Wolldecke. Das Thermometer wurde genau 5 cm tief in den Mastdarm eingeführt und nun solange, gewöhnlich fünf Minuten, gewartet, bis sich der Stand der Quecksilbersäule nicht mehr änderte. Jetzt wurde das Kind vollkommen entblösst, und die Veränderung der Körperwärme durch fünf Minuten verfolgt. Dann wurde das Neugeborene über die nebenstehende Badewanne gehalten und mit kaltem Wasser durch eine Minute begossen, wobei das Thermometer unverrückt in seiner Lage festgehalten wurde. Auf dieses Begiessen folgte in der Regel das erste warme Reinigungsbad, dessen Zeitdauer nicht fixirt wurde, aber kaum länger als drei Minuten währte. Nach

dem Bade wurde das Kind gut abgetrocknet und unbedeckt durch zehn Minuten beobachtet, während welcher Zeit sich das Thermometer im Mastdarm befand. Die weiteren Beobachtungen wurden in ähnlicher Weise vorgenommen: Entkleiden des Kindes und Entblösstsein durch drei Minuten, Uebergiessen durch eine Minute, warmes oder kaltes Bad durch zwei Minuten, Abtrocknen und Entblösstliegen durch zehn Minuten. In den abweichenden Versuchen L, LVI, LXI, in denen die Kinder nur gebadet wurden, kam ein halbkreisförmig gebogenes, mit Kugel versehenes Achselhöhlenthermometer zur Verwendung, dessen ich schon oben (S. 457) Erwähnung gethan habe. — Nach diesen erklärenden Worten wird die nachstehende Beschreibung der Versuche verständlich werden; ich brauche nur hinzuzufügen, dass sich die bei der zweiten Entblössung angegebene Temperatur auf die Zeit am Schlusse derselben bezieht.

Versuch XLVIII. Lehmann, erstes Kind. Knabe, geboren 9. März um 5,30 nachm. 1900 g schwer, 44 cm lang. Zimmertemperatur 14,8°. Nach der Abnabelung liegt das Kind bis 6,20 bedeckt. Seine Mastdarmtemperatur ist 31,6°. Nun wird es durch eine Minute mit Wasser von 7,5° begossen, dabei steigt die Mastdarmtemperatur auf 31,7°. Da behufs Ablesung ein Wachsstock ganz nahe an das Thermometer gebracht wurde, so bezog ich damals dieses Ansteigen auf die hierdurch hervorgebrachte Erwärmung der Quecksilbersäule. Das Kind wird nun 2 Minuten in dem Bade von 7,5° gebadet. Weder vor- noch nachher Zittern.

11. März 1,15—1,25 nachm., Zimmertemperatur 15°, Temperatur des Kindes 34,7°. Bis 1,30 bleibt das Kind entblösst liegen, wobei es schreit, sich seine Temperatur aber nicht verändert. Uebergiessen mit Wasser von 11,25°. Temperatur sinkt nach einer halben Minute. Nun Entblösstliegen durch 10 Minuten. Temperatur sinkt bis 33°. Kein Zittern.

12. März. Kind leicht icterisch. Zimmertemperatur 15°, 11,20 vormittags Temperatur des Kindes 34,6°, Entblössung. Temperatur 34,6°, Uebergiessen mit Wasser von 12,5°. Temperatur sinkt nach einer halben Minute. Entblösstliegen durch 10 Minuten. Kein Zittern.

13. März. Zimmertemperatur 16,2°, 10,45 vormittags. Temperatur des Kindes 33,28°. Uebergiessen mit Wasser von 10,0°. Temperatur sinkt nach einer Minute. Entblösstliegen durch 10 Minuten. Temperatur sinkt bis 32,1°. Es tritt kein Zittern, aber Bewegungen hier der unteren Gliedmaassen auf, die ich fortan als typische Bewegungen bezeichnen will. Es werden nämlich die Gliedmaassen an den Leib gezogen und wieder kräftig abgestossen. Dabei werden die Finger und Zehen gewöhnlich gespreizt, die Gliedmaassen in den Mittelgelenken gebeugt gehalten, die ganze Muskulatur befindet sich in einem Zustande starker Spannung. Die Bewegungen selbst sind ziemlich rasch, gehen aber noch nicht in wahres Zittern über.

14. März. Zimmertemperatur 13,5°, Kind ist stärker icterisch, aus der Nabelwunde entleert sich Eiter. Gewicht 1690 g. 11 Uhr vormitt. Temperatur 33°. Entblössen, Temperatur 33,15°. Begiessen mit Wasser von 13,7°. Temperatur 33,2°. Bad in Wasser von 13,7°. Entblösstliegen durch 10 Minuten. Temperatur sinkt auf 31°. Typische Bewegungen ohne Zittern.

Am 16. März stirbt das seit vorgestern rasch verfallene Kind an Arteriitis umbilicalis, Atelectasis loborum infer. pulmonum. Atrophia universalis.

Versuch XLIX. Deckert, erstes Kind, Mutter Nephritis. Kind, ein Mädchen, wird am 24. März 10,30 vorm. mittelst Zange geboren. 1910 g schwer, 43 cm lang. Zimmertemperatur 15°. Liegt bis 3,40 nachm. in Watte und auf der Wärmflasche. Temperatur 33,6°. Entblössen. Temperatur 33,6°. Begiessen mit Wasser von 13,7°. Temperatur sinkt sofort. Bad von 27,5°. Entblösstliegen durch 10 Minuten. Temperatur 32°. Wenig Bewegungen, kein Zittern, nur Wimmern.

25. März. Zimmertemperatur 15°. Kind hat Kuhmilch getrunken und sieht sehr frisch aus. 10,45 vorm. Temperatur 36,4°. Entblössen 36,32°. Begiessen mit Wasser von 13,75°, Temperatur 36,5°, Bad von 37,5°. Entblösstliegen durch 10 Minuten. Temperatur 35,2°. Zittern des Unterkiefers beim Schreien, einzelne Zitterbewegungen der Hände. Als Zitterbewegungen bezeichne ich rascher auf einander folgende „typische Bewegungen“, welche zuweilen in wirkliches Zittern übergehen.

3. April. Kind sehr wohl und frisch.

Versuch L. Piellusch, erstes Kind, Knabe, geb. 26. Febr. 1,27 nachm. 2750 g. Zimmertemperatur 19°. 1,37 Kind Achselhöhlentemperatur 35,4°. Bad von 30°. Temperatur fällt nach einer halben Minute. Entblösstliegen, kein Zittern. 3,15 Achselhöhlentemperatur 32,8°. Bad von 27,5° durch 10 Minuten. Temperatur fällt nicht. Nachher kein Zittern.

Versuch LI. Hoffmann, erstes Kind, Knabe, geb. 18. März 10,05 vorm. 47,5 cm, 2880 g, gut entwickelt. Zimmertemperatur 18,7°. Hautschmiere sofort nach der Abnabelung durch Einölung entfernt. 10,20 vorm. Temperatur 36,40°; Entblössen 36,45. Begiessen mit Wasser von 6,8°, Temperatur 36,48°. Um 10,23 erstes Zittern des Unterkiefers während des Schreiens. Bad von 35°. Entblösstliegen durch 10 Minuten. Temperatur 36°. Zuerst vereinzeltes aber deutliches, später starkes Zittern aller Gliedmaassen.

19. März. Das Kind hat wegen Milchlosigkeit der Mutter nicht gesaugt. Zimmertemperatur 18,7°. 10,35 vorm. Temperatur 36,5°. Entblössen 36,52°. Geringe Zitterbewegungen mit den Armen. Begiessen mit Wasser von 11°. Temperatur 36,55°. Bad von 33,7°. Entblösstliegen. Temperatur 36°. Starkes Zittern der Hände.

Versuch LII. Groekel, erstes Kind. Mädchen, geb. 12. März 10,45 mittels Beckenausgangszange wegen Wehenschwäche. 2900 g, 49 cm. Starke Kopfgeschwulst über der rechten Hinterhauptsgegend. Zimmertemperatur 16°, 10,55 vorm. Temperatur 37,2°. Entblössen und Entblösstliegen durch 3 Minuten.

Temperatur sinkt sofort bis 37,05°. Uebergiessen mit Wasser von 6,2°. Temperatur sinkt nach einigen Secunden. Hierauf warmes Bad. Entblösstliegen bis 11,10. Kein Zittern.

13. März. Zimmertemperatur 16°. 11 Uhr vorm. Temperatur 36,42°. Entblössen. 36,5°. Zittern. Uebergiessen mit Wasser von 15°. Temperatur 36,54° sinkt nach wenigen Secunden. Entblösstliegen. Zittern der Arme im Anschlusse an typische Bewegungen.

14. März. 2670 g. Zimmertemperatur 15°. 11,20 vorm. Temperatur 36,25°. Entblössen. 36,8°. Uebergiessen mit Wasser 13,7°. Temperatur 36,8°. Kind wird dabei etwas asphyctisch. Entblösstliegen. Temperatur 34,8°. Vereinzelte schwache Zitterbewegungen der Gliedmaassen namentlich auf Anblasen hin.

16. März. Zimmertemperatur 16°. 10,25 vorm. Temperatur 36,2°. Entblössen. 36,15°. Begiessen mit Wasser von 11°. Temperatur sinkt sofort bis 35,9°. Bad 11°. Entblösstliegen. Temperatur 35,8°. Vereinzelte Zitterbewegungen des Unterkiefers und der Gliedmaassen.

17. März. 2570 g. Zimmertemperatur 15°. 11,20 vorm. Temperatur 35,37°. Entblössen. 35,6°. Begiessen mit Wasser von 11°. Temperatur sinkt sofort. Bad 25°. Entblösstliegen. Temperatur 35,1°. Vereinzelte Zitterbewegungen der Brustmuskeln bei der Einathmung.

18. März. Kind hat Diarrhöen. Zimmertemperatur 15°. 10,40 vorm. Temperatur 37°. Entblössen. Temperatur 36,9°. Uebergiessen mit Wasser von 10°. Temperatur 36,95°. Bad von 30°. Entblösstliegen. Temperatur 35,9°. Ganz geringe und seltene Zitterbewegungen der Arme.

Versuch LIII. Orlovsky, zweites Kind. Zwillingsgeburt, Mädchen geb. 10. März 9,45 vorm. 49 cm, 3000 g. Der andere Zwilling sofort nach der Geburt gestorben. Zimmertemperatur 15,6°. Temperatur 35,65°. Bad von 11,8°. Temperatur fällt nach einer Minute. Entblösstliegen, kein Zittern.

11. März. Zimmertemperatur 15°. 1 Uhr nachm. Temperatur 36,9°. Entblössen. 37,0°. Sinkt nach 2 Minuten auf 36,9°. Bad von 12,5°. Temperatur 37,0, sinkt nach 3 Minuten. Während des 4 Minuten dauernden Bades Zittern des Unterkiefers im Anschluss an das Schreien. Entblösstliegen durch 15 Minuten. Temperatur 34,3°. Einzelne seltene Zitterbewegungen des Unterkiefers, fast ausnahmlos als Schluss des Schreiens.

13. März. Kind icterisch. Zimmertemperatur 16°. 11 Uhr vorm. Nach dem Entblössen spontanes Zittern des Unterkiefers, d. h. nicht im Anschlusse an das Schreien. Bad von 16°. Entblösstliegen, Temperatur 35,7°, Zittern des Unterkiefers.

14. März. 2790 g. Zimmertemperatur 15°. 11,35 vorm. Temperatur 36,2°. Uebergiessen mit Wasser von 13,7°. Temperatur 36,3. Entblösstliegen. Temp. 35,6°. Zittern des Unterkiefers, typische Bewegung der Arme.

16. März. Stärker icterisch, Diarrhöen. Zimmertemperatur 16°. 10,5 vorm. Temperatur 36,87. Entblössen. 36,9°. Uebergiessen mit Wasser von 16,2°. Temperatur 36,9°. Bad von 16,2°. Entblösstliegen. 35,5°. Zittern des Unterkiefers, vereinzelte Zitterbewegungen der Hände.

17. März. 2810 g. Zimmertemperatur 15°. 11,10 vorm. Temperatur 36,5°. Entblössen. Temperatur 36,75° (Stuhlentleerung). Uebergiessen mit Wasser

von 11°. Temperatur sinkt nach einer Minute. Bad von 31°. Entblösstliegen. Temperatur 35,5°. Deutliches Zittern des Mundes, einzelne Zitterbewegungen der Arme.

18. März. Jcterus, Erbrechen und Diarrhöen. Zimmertemperatur 15°. 10,50 vorm. Temperatur 36,9°. Entblössen. 36,9° Uebergiessen mit Wasser von 11°. Temperatur 36,95°. Entblösstliegen. Temperatur 35,6°. Fortwährendes Zittern des Unterkiefers, selteneres der Arme.

Versuch LIV. Schröder, viertes Kind. Knabe, geb. 18. März 10 Uhr vorm. 50,5 cm. 3140 g. Sehr gut entwickeltes Kind, schreit sofort nach der Geburt, entleert die Blase und steckt die Finger in den Mund. Zimmertemperatur 18,7°. Um 10,02 deutliches Zittern des Unterkiefers. Temperatur 37,25°. Entblössen. 37,05°. Zittern des Unterkiefers, typische Bewegungen aller Gliedmaassen. Uebergiessen mit Wasser von 7,5°. Temperatur 37,1°. Bad von 32,5°. Entblösstliegen. Deutliches Zittern des Kiefers und der Arme.

Versuch LV. Mai, erstes Kind. Knabe, geb. 1. April 12,46 nachm. 51 cm. 3220 g. Impression des linken Scheitelbeines, sehr viel Hautschmiere. Zimmertemperatur 17,5°. Um 12,52 Temperatur 36,8°. Entblössen. Temperatur 36,75°. Begiessen mit Wasser von 11°. Temperatur sinkt langsam auf 36,7°. Bad von 33,7°. Entblösstliegen. Temperatur 35,8°. Geringe Bewegungen, kein Zittern, erst zu Ende der 10 Minuten vereinzelte, aber undeutliche Zitterbewegungen.

2. April. Zimmertemperatur 17,5°. 9,52 vorm Temperatur 36,4°. Entblössen. 36,32°. Begiessen mit Wasser von 11°. Temperatur 36,4°. Bad von 30°. Entblösstliegen. Temperatur 35,2°. Einmaliges Zittern des Kiefers, undeutliche Zitterbewegungen der Gliedmaassen.

Versuch LVI. Schubert, erstes Kind. Knabe, geb. 6. März 11,20 vorm. 51 cm 3235 g. Zimmertemperatur 18°. Temperatur in der Achselhöhle 36,8°. Bad von 19°. Temperatur sinkt nach wenigen Secunden. Entblösstliegen, kein Zittern. Warmes Bad. Entblösstliegen; an die Bewegungen der Arme schliessen sich jetzt undeutliche Zitterbewegungen.

Nachmittag 4,10. Zimmertemperatur 17,5°. Temperatur in der Achselhöhle 35,4°. Bad von 11°. Temperatur sinkt nach einer Minute. Entblösstliegen, kein Zittern.

9. März. Seit heute starker Icterus. Zimmertemperatur 13,7°. 5 Uhr nachm. Temperatur 36,3°. Entblössen. 36,45°, Uebergiessen mit Wasser von 12,5°. Temperatur 36,5° sinkt dann. Entblösstliegen. Temperatur 35,85°. Einzelne seltene Zitterbewegungen. Bad 12,5°. Entblösstliegen. Vereinzeltes Zittern.

10. März. Zimmertemperatur 13°. 11 vorm. Temperatur 36,85°. Begiessen mit Wasser von 12,5°. Temperatur 36,6°. Nachher kein Zittern.

Versuch LVII. Görner, fünftes Kind. Mutter stottert. Mädchen, geb. 31. März, 10,25 vorm. 49,5 cm. 3270 g. Zimmertemperatur 17,5°. 10,27 vorm. Temperatur 37,1°. 10,31 Uebergang der Schreibewegungen in Kieferzittern. Entblössen. Temperatur 37,1°. Begiessen mit Wasser von 15°. Temperatur fällt nach einigen Secunden auf 37,05°. Bad 33,7°. Entblösstliegen. Temp. 35,5°.

Seltenes Zittern des Unterkiefers, typische Bewegungen der Gliedmaassen, die zuletzt in ziemlich ausgesprochene Zitterbewegungen übergehen.

Versuch LVIII. Riderich, erstes Kind. Mädch., geb. 27. März 12,27 nachm. 50 cm, 3350 g. Schreit sofort nach der Geburt mit starker Stimme und entleert Kindspech. Zimmertemperatur 15°. Nachm. 12,31 Typische Bewegungen der unteren Gliedmaassen, um 12,32 Zitterbewegungen des Unterkiefers während des Schreiens. 12,33. Temperatur 37,23°. Entblössen. Temperatur 37,1°—36,9°. Begiessen mit Wasser von 8,7°. Temperatur 37,05. Bad 27,5°. Entblösstliegen Temperatur 35,5°. Deutliches und starkes Zittern aller Gliedmaassen.

Versuch LIX. Krause, zweites Kind. Knabe, geb. 20. März 9 Uhr vormitt. 50 cm 3365 g. 10,48. Temperatur 33,5°. Entblössen. Temperatur 34,05°. Begiessen mit Wasser von 12,5°. Temperatur 34,12°. Bad von 30°. Entblösstliegen. Temperatur 33,4°. Undeutliche Zitterbewegungen am Schlusse der Streckbewegungen der Gliedmaassen.

21. März. Zimmertemperatur 15°. 10,41 vorm. Temperatur 36,7°. Entblössen. Temperatur 36,85°. Begiessen mit Wasser von 12,5°. Temperatur 36,87°. Bad von 22,5°. Entblösstliegen. Temperatur 35°. Zittern des Unterkiefers, einzelne deutliche Zitterbewegungen der Gliedmaassen

Versuch LX. Pipping, erstes Kind. Knabe, geb. 1. April 11,5 vorm. 52 cm. 3500 g. Zimmertemperatur 17,5°. 11,20 Temperatur 36,85°. Entblössen. Temperatur 36,7°. Uebergiessen mit Wasser von 10°. Temperatur fällt nach einer halben Minute. Um 11,23 erstes Zittern um den Mund. Bad von 33,7°. Entblösstliegen bis 11,30. Temperatur 35,6°. Um 11,27 erstmaliges Zittern der unteren Gliedmaassen, später vereinzeltes und nicht ganz deutliches.

2. April. Zimmertemperatur 17,5°. 10,10 vorm. Temperatur 37,2°. Entblössen. 37,2°. Begiessen mit Wasser von 11°. Temperatur sinkt nach einiger Zeit. Bad von 30°. Entblösstliegen durch 5 Minuten. Temperatur 35,5°. Gar kein Zittern.

3. April. Zimmertemperatur 20°. 11,43 vorm. Temperatur 36,72°. Entblössen. Temperatur 36,7°. Begiessen mit Wasser von 11°. Temperatur 36,7°. Bad von 32,5°, Entblösstliegen 10 Minuten. Temperatur 35,8°. Leichtes aber nicht sehr deutliches Zittern der Arme, dagegen sieht man die Hände etwas zittern, wenn das Kind die Vorderarme senkrecht gegen die ausgestreckten Oberarme hält.

4. April. 3270 g. Zimmertemperatur 20°. 12 Uhr mittags. Temperatur 36,6° Entblössen. 36,6°. Uebergiessen mit Wasser von 11°. Temperatur 36,7°. Bad von 32,5°. Entblösstliegen von 12,5—12,15. 12,5: 35,8°, 12,10: 35,6, 12,15: 35,52°. Die ganze Zeit hindurch kein ausgesprochen starkes Zittern, sondern nur vereinzelte Zitterbewegungen des Unterkiefers und undeutliche der Gliedmaassen. In den letzten 5 Minuten hören auch die Abwehrbewegungen und das Schreien auf.

Versuch LXI. Müller, erstes Kind. Knabe, geb. 6. März 12,43 nachm. 52 cm, 3650 g. Zimmertemperatur 18,7°. Achselhöhlentemperatur 35,5°. Bad von 17,5°. Temperatur sinkt nach wenigen Secunden auf 35,3°. Einige Minuten

nach dem Bade nehmen die Bewegungen der Finger vorübergehend die Form des Zitterns an.

4,45 nachm. Zimmertemperatur 17,5°. Temperatur in der Achselhöhle 34,7°. Bad von 15,6°. Temperatur bleibt durch 2 Minuten 34,7°. Entblösstliegen. Einzelne Zitterbewegungen, die anfangs den Schluss von Abwehrbewegungen bilden, schliesslich aber auch abgetrennt von denselben auftreten.

Versuch LXII. Fliegner, erstes Kind. Mädchen, geb. 12. März 9,21 vorm. 51 cm. 3680 g. Zimmertemperatur 16°. Temperatur 37°. Entblössen. Temperatur 36,9°. Um 9,28 erstes Zittern um den Mund, 9,30 Temperatur 36,7°. Uebergiessen mit Wasser von 10°. Temperatur 36,75°. Entblösstliegen, Zittern der Beine.

13. März. Zimmertemperatur 16°. 11,35 vorm. Temperatur 36,88°. Entblössen. 36,8°. Zittern des Unterkiefers. Uebergiessen mit Wasser von 16,25° Temperatur 36,85°. Entblösstliegen, ausgesprochenes, allgemeines Zittern.

14. März. 3590 g. 17. März: 3680 g.

18. März. Zimmertemperatur 15°. 11 Uhr vorm. Temperatur 36,62°. Entblössen. 36,6°. Uebergiessen mit Wasser von 10°. Temperatur 36,65°. Bad von 31°. Entblösstliegen. Temperatur 35,9°. Allgemeines Zittern.

Tabelle über Versuch XLVIII—LXII.

Z. = Zittern. Zb. = Zitterbewegung. t. B. = typische Bewegung. (s. S. 531, 532).

Nummer des Versuches	Lebenstag	Gewichte in Gramm	Temperatur vor der Entblössung	Temperatur während der Entblössung	Temperatur vor der Begiessung	Temperatur während der Begiessung	Bewegungserscheinungen: erstes Auftreten nach der Geburt	Bewegungserscheinungen: während des Entblösstseins	Bewegungserscheinungen: nach dem Bade
XLVIII	1.	1900			31,6	31,7 (?)		kein Z.	kein Z.
	3.		34,7	34,7	34,7	sinkt nach 1/2 Min.			„ „
	4.		34,6	34,6	34,6	sinkt nach 1/2 Min.			„ „
	5.				33,23	sinkt nach 1 Min.			t. B.
	6.		33	33,15	33,15	33,2			t. B.
	Bei einem frühzeitig geborenen Kinde tritt die Erstwirkung der Abkühlung am 6. Lebenstage in Erscheinung, am fünften Tage Auftreten typischer Bewegungen nach dem Bade.								
XLIX	1.	1910	33,6	33,6	33,6	sinkt sofort			kein Z.
	2.		36,4	36,32	36,32	36,5			Z. d. Unterkiefers Zb. d. Hände
	Bei einem frühzeitig geborenen, dabei aber sehr frischen Kinde, wie dies auch aus der Höhe seiner Körpertemperatur am 2. Tage ersichtlich wird, Erstwirkung der Abkühlung und Auftreten von Zittern des Unterkiefers und Zitterbewegungen der Hände am 2. Tage.								

Z. = Zittern. Zb. = Zitterbewegung t. B. = typische Bewegung.

Nummer des Versuches	Lebenstag	Gewicht in Gramm	Temperatur vor der Entblössung	Temperatur während der Entblössung	Temperatur vor der Begiessung	Temperatur während der Begiessung	Bewegungserscheinungen: erstes Auftreten nach der Geburt	während des Entblösstseins	nach dem Bade
L	1.	2750	35,4 (Ax.)	(Bad von 30°) fällt nach ½ Min.					kein Z.
	1.		32,8 (Ax.)	(Bad von 27°) 32,8					kein Z.
	Am Nachmittage des 1. Tages wird durch ein beziehentlich ebenso warmes Bad — die Differenz zwischen seiner und der Körperwärme betrug 5° — kein Sinken der Körpertemperatur erzielt, wie dies nach der Geburt der Fall war. Kein Zittern.								
LI	1.	2880	36,4	36,45	36,45	36,48	18 Min.	Geringe Zb.	Zuerst vereinzeltes später starkes Z.
	2.		36,5	36,52	36,52	36,55			Z. d. Hände
	Bei einem gut entwickelten Kinde jedesmal die Erstwirkung zu beobachten. Zittern schon 18 Min. nach der Geburt.								
LII	1.	2900	37,2	37,05	37,05	sinkt nach einig. Sec.			kein Z.
	2.		36,42	36,5	36,5	36,54			Z. d. Arme im Anschlusse an t. B.
	3.	2670	36,25	36,3	36,3	36,3			Vereinzelte Zb. d. Gliedmaassen
	5.		36,2	36,15	36,1	35,9			Vereinzelte Zb. d. Unterkiefers und d. Gliedmaassen
	6.	2570	35,87	35,6	35,6	sinkt sofort			Vereinzelte Zb. der Brustmuskeln
	7.		37,0	36,9	36,9	36,95			Minimale und seltene Zb. d. Arme
	Bei einem Kinde, das während der Beobachtungszeit sehr herunterkommt, stellt sich zwar am 2. Lebenstage die Erstwirkung der Abkühlung und Zittern ein, beide Erscheinungen aber wechseln in ihrer Stärke an den folgenden Tagen.								
LIII.	1.	3000			35,65	(Bad) fällt nach 1 Min.			kein Z.

Z. = Zittern. Zb. = Zitterbewegung. t. B. = typische Bewegung.

Nummer des Versuches	Lebenstag	Gewicht in Gramm	Temperatur: vor der Entblössung	Temperatur: während der Entblössung	Temperatur: vor der Begiessung	Temperatur: während der Begiessung	Bewegungserscheinungen: erstes Auftreten nach der Geburt	Bewegungserscheinungen: während des Entblösstseins	Bewegungserscheinungen: nach dem Bade
	2.		36,9	37,0 sinkt nach 2 Min.	36,9	(Bad) 37,0			Z. des Kiefers im Anschlusse an das Schreien
	4.	2790			36,2	36,3		Spontanes Z. des Kiefers	Z. des Kiefers
	5.								Z. des Kiefers t. B. der Arme
	6.		36,87	36,9	36,9	36,9			Z. des Kiefers, Zb. der Arme
	7.	2810	36,5	36,75 (?)	36,75	sinkt nach 1 Min.			Z. d. Mundes, Zb. der Arme
	8.		36,9	36,9	36,9	36,95			Z. des Kiefers und der Arme

Vom zweiten Tage an steigt die Temperatur fast regelmässig während der Abkühlung oder bleibt auf gleicher Höhe. Zittern des Kiefers tritt am zweiten Tage zum ersten Male im Anschlusse an das Schreien auf, die Bewegungserscheinungen entwickeln sich deutlich weiter.

Nummer des Versuches	Lebenstag	Gewicht in Gramm	vor der Entblössung	während der Entblössung	vor der Begiessung	während der Begiessung	erstes Auftreten nach der Geburt	während des Entblösstseins	nach dem Bade
LIV	1.	3140	37,25	37,05	37,05	37,1	2 Min. Z. des Kiefers	Z. d. Kiefers t. B. der Gliedmaassen	Z. d. Kiefers und der Arme

Bei einem Kinde, dessen besonders gute Entwicklung sich durch die sofortige Harnentleerung und kräftiges Schreien kundgibt, steigt die Temperatur schon bei der ersten Begiessung an. Die Bewegungserscheinungen entwickeln sich im Laufe der ersten Viertelstunde.

Nummer des Versuches	Lebenstag	Gewicht in Gramm	vor der Entblössung	während der Entblössung	vor der Begiessung	während der Begiessung	erstes Auftreten nach der Geburt	während des Entblösstseins	nach dem Bade
LV	1.	3220	36,8	36,75	36,75	36,7 langsames Sinken			Nach 10 Min. undeutliche Zb.
	2.		36,4	36,32	36,32	36,4			einmaliges Z. des Kiefers, undeutliche Zb. der Gliedmaassen

Auftreten der Erstwirkung am 2. Tage. Entwicklung der Bewegungserscheinungen.

Z. = Zittern. Zb. = Zitterbewegung. t. B. = typische Bewegung.

Nummer des Versuches	Lebenstage	Gewicht in Gramm	Temperatur				Bewegungserscheinungen		
			vor der Entblössung	während der Entblössung	vor der Begiessung	während der Begiessung	Erstes Auftreten nach der Geburt	während des Entblösstseins	nach dem Bade
LVI	1.	3235	36,8 (Ax.)	(Bad von 19°) sinkt nach wenigen Sec.				kein Z.	Undeutliche Zb. anschliessend an Bewegungen der Arme
	1.		35,4 (Ax.)	(Bad von 11°) sinkt nach 1 Minute					kein Z.
	4.		36,3	36,45	36,45	36,5		Einzelne Zb.	Vereinzeltes Z.
	5.				36,85	36,6			kein Z.
	In dem kälteren Bade am 1. Nachmittage sinkt die Temperatur langsamer als im ersten Bade. Die Erstwirkung der Abkühlung tritt am 4. Tage auf, ist aber am 5. Tage nicht zu bemerken, gleichzeitig verschwindet das am 4. Tage zuerst deutlich beobachtete Zittern.								
LVII	1.	3270	37,1	37,1	37,1	37,05	6 Minuten. Uebergang d. Schreiens in Z. des Kiefers		Seltenes Z. des Kiefers t. B. der Gliedmaassen, die in Zb. übergehen
	Temperaturstetigkeit beim Entblössen, Sinken derselben beim Ueberschütten. Auf den Kiefer beschränktes Zittern, während die übrigen Muskeln die niederen Reflexbewegungen zeigen.								
LVIII	1.	3350	37,23	37,1—36,9	36,9	37,05	4 Minuten t. B. 5 Minuten Z. des Unterkiefers während des Schreiens		Z. aller Gliedmaassen
	Erstwirkung beim Ueberschütten, Entwicklung des Zitterns in der ersten Viertelstunde.								
LIX	1.	3365	33,5	34,05	34,05	34,12			Undeutl. Zb. am Schlusse d. Streckbewegungen der Gliedmaassen.
	2.		36,7	36,85	36,85	36,87			Z. des Kiefers einzelne deutliche Zb. der Gliedmaassen.
	Erstwirkung sofort auftretend. Zittern entwickelt sich allmählich.								

Z. = Zittern. Zb. = Zitterbewegung. t. B. = typische Bewegung.

Nummer des Versuches	Lebenstage	Gewicht in Gramm	Temperatur vor der Entblössung	Temperatur während der Entblössung	Temperatur vor der Begiessung	Temperatur während der Begiessung	Bewegungserscheinungen: Erstes Auftreten nach der Geburt	Bewegungserscheinungen: während des Entblösstseins	Bewegungserscheinungen: nach dem Bade
LX	1.	3500	36,85	36,7	36,7	(Bad) fällt nach ½ Min.	18 Min. Z. um den Mund		Z. der Gliedmaassen, das später undeutlich wird.
	2.		37,2	37,2	37,2	sinkt nach einiger Zeit			kein Z.
	3.		36,72	36,7	36,7	36,7			Leichtes, aber nicht deutliches Z. der Arme, Z. der Hände bei bestimmter Stellung
	4.		36,6	36,6	36,6	36,7			Vereinzelte Zb. des Kiefers, undeutliche Zb. der Gliedmaassen
	Das Ansteigen der Temperatur während der Abkühlung ist erst am 4. Tage kenntlich, auch das Zittern ist nie ein vollkommenes.								
LXI	1.	3650	35,5 (Ax.)	(Bad 17,5) sinkt auf 35,8					Vorübergehendes Z. anschliessend an Bewegungen der Hände
	1.		34,7 (Ax.)	(Bad 15,6) 34,7					Zb. zuerst im Anschlusse an Abwehrbewegungen später abgelöst von denselben
	Ein beziehentlich gleich kaltes Bad ruft nach der Geburt Sinken der Temperatur hervor, was am Nachmittage nicht mehr der Fall ist. Loslösung der Zitterbewegungen von den Abwehrbewegungen.								

Z. = Zittern. Zb. = Zitterbewegung. t. B. = typische Bewegung.

Nummer des Versuches	Lebenstage	Gewicht in Gramm	Temperatur				Bewegungserscheinungen		
			vor der Entblössung	während der Entblössung	vor der Begiessung	während der Begiessung	Erstes Auftreten nach der Geburt	während des Entblösstseins	nach dem Bade
LXII	1.	3680	37	36,9	36,7	36,75	7 Min. Z. um den Mund		Z. der Beine
	2.		36,88	36,8	36,7	36,85		Z. des Kiefers	Allgemeines Z.
	7.	3680	36,62	36,6	36,6	36,65			Allgemeines Z.

Vom 1. Tage an Steigen der Temperatur während des Uebergiessens und ausgesprochenes Zittern.

Gehen wir die Ergebnisse dieser Versuche im Einzelnen durch. Zunächst lässt sich feststellen, dass bei den meisten wohl entwickelten Neugeborenen von 3300 g und mehr Geburtsgewicht sofort nach der Geburt die Mastdarmtemperatur zu Beginn einer starken Abkühlung steigt. Bei jenen Kindern aber, wo dies nicht der Fall ist, tritt die Erstwirkung der Abkühlung am zweiten bis sechsten Tage auf, dabei lässt sich eine allmähliche Ausbildung derselben nicht verkennen (Versuch XLVIII); sie stellt sich früher ein, als man dem Geburtsgewichte nach erwarten sollte, bei Kindern, welche sich auch sonst durch ihre Regsamkeit auszeichnen (Versuch XLIX, L, LI, LIV); sie verschwindet, wenn die Kinder sehr stark herabkommen. Bevor wir aber daraus den Schluss ziehen, dass wir hier unmittelbar die Entwicklung der Wärmeregelung nachweisen konnten, müssen wir erst auf die Frage eingehen, ob wir es denn hier wirklich mit einer solchen zu thun haben. Liebermeister hat die Temperatursteigerung während der Abkühlung als Ausdruck der gesteigerten Wärmeerzeugung angesehen, während Senator und Winternitz diese Anschauung wiederholt bekämpften und diese Erscheinung nur als Folge der Verdrängung des Blutes in andere Gefässbezirke gedeutet haben. Die Grundfrage der damaligen Erörterungen, die

Frage nach der Abhängigkeit des Stoffwechsels von der Umgebungswärme ist seither durch die Versuchsreihen der Laboratorien von München und Bonn im Sinne Liebermeister's endgültig entschieden worden. Doch über die Bedeutung seines ersten Beweismittels ist man hinweggegangen. Man darf nun jedenfalls einen grossen Theil der Temperaturerhöhung während der Abkühlung auf die Veränderung der Blutvertheilung beziehen, aber es ist zweifelhaft, ob man mit dieser Erklärung dort auskommt, wo die gesteigerte Körperwärme durch lange Zeit fortbesteht, wie etwa in meinen Versuchen VIII, IX, XII, XIX, XXII, XXIII. Hier gelangt wahrscheinlich auch der gesteigerte Stoffwechsel zum Ausdrucke.

In unseren Versuchen an neugeborenen Kindern hat aber die Erhöhung der Körperwärme während der Abkühlung nur Minuten oder gar nur Theile von Minuten angedauert, und wir können deshalb dieselbe nicht ohne Weiteres als Ausdruck einer Steigerung des Stoffwechsels und damit als Ergebniss einer Wärmeregelung ansehen. Es kommt aber noch ein anderer Umstand in Betracht. Bei jenen Kindern, bei welchen das Thermometer während der Uebergiessung eine höhere Temperatur anzeigte, wurde das Thermometergefäss, wie ich dies deutlich fühlte, zum Mastdarme hinauszupressen versucht. Das geschah immer erst während der Uebergiessung und wird zum Theil durch eine Zusammenziehung der Aftermuskeln, vielleicht aber auch durch Darmbewegungen hervorgebracht. Bedenkt man nun, dass durch den Druck auf das Thermometergefäss die Quecksilbersäule ein wenig in die Höhe geschoben wird, dass durch das Herabsteigen tiefer gelegener Darmtheile gleichfalls eine Temperatursteigerung vorgetäuscht werden kann, so erscheint die Bedeutung unserer Beobachtungen im ersten Augenblicke recht fraglich.

Wir werden aber dieselbe bei näherer Erwägung wieder anerkennen müssen. Unsere Versuche haben sichergestellt: dass bei schwachen Neugeborenen in den ersten Lebenstagen das im Mastdarme befindliche Thermometer während einer Uebergiessung des Kindes mit kaltem Wasser keine Temperatursteigerung anzeigt, dass dies aber bei starken Neugeborenen immer der Fall ist, dass nicht das Gewicht als solches, sondern vielmehr der Entwicklungszustand

des Kindes für das Eintreten oder Ausbleiben der angezeigten Temperatursteigerung ausschlaggebend ist. Halten wir noch damit zusammen, dass bei solchen Kindern, bei denen das Ansteigen der Quecksilbersäule unter genannten Umständen am ersten Lebenstage nicht beobachtet wurde, dieses an einem folgenden Tage auftrat, so bleibt kein Zweifel darüber übrig, dass wir hier eine Erscheinung und deren Entwicklung vor uns haben, welche die Folge des Kältereizes ist. Ob nun das Ansteigen der Quecksilbersäule als Ausdruck erhöhter Wärmeerzeugung oder bloss als der der veränderten Blutvertheilung anzusehen ist, oder ob dasselbe nur die Folge einer Zusammenziehung der Aftermuskeln ist — das eine bleibt sicher, dass der Kältereiz bei sehr gut entwickelten Neugeborenen sofort nach der Geburt Erscheinungen auslöst, die bei minder entwickelten erst später auftreten. Es ist vorläufig nutzlos zu fragen, welcher Theil der wärmeregelnden Vorrichtungen sich bei letzteren inzwischen ausgebildet hat, um diese Folgeerscheinung zu stande zu bringen. Eine Entwicklung dieses zusammengesetzten Apparates während der ersten Lebenstage ist durch unsere Versuche über das Auftreten der ersten Kältewirkung für die grosse Mehrzahl der Neugeborenen bewiesen, und dadurch für alle Neugeborenen wahrscheinlich gemacht worden, dass die bei ihnen beobachtete Wärmebeweglichkeit zum Theile auf einer unvollkommenen Entwicklung der regelnden Vorrichtungen zurückzuführen sei.

Dieser Nachweis erhält eine wesentliche Stütze durch die Beobachtungen über die Entwicklung des Zitterns bei Abkühlung. Während man bei sehr gut entwickelten Neugeborenen bald nach der Geburt deutliches Zittern und zwar gewöhnlich zuerst solches der Lippen bemerkt, verfolgen wir bei schwächeren Kindern eine allmähliche Ausbildung der Erscheinungen in ziemlich jedesmal derselben Reihenfolge.

Nur ausnahmsweise ruft die Abkühlung überhaupt keine Bewegungserscheinung hervor: Das sehr unentwickelte Kind liegt regungslos da und wimmert mit schwacher Stimme. In der Regel ist der Entwicklungsgang vielmehr folgender: Während des ersten oder eines der späteren Abkühlungsversuche bemerkt man, dass die Kieferbewegungen, welche das Schreien begleiten, rascher werden,

bis sie in deutliches Zittern des Kiefers übergehen, das einige Minuten später oder in einem nächsten Versuche als solches ohne vorhergehendes Schreien auftritt. Noch feinere Beobachtungen lassen sich an den Gliedmaassen machen. Anfangs werden Arme und Beine mit einem Schlage vom Rumpfe abgestossen, dann wieder angezogen, die Händchen gespreizt — eine ziellose Erregung der gesammten Muskeln durch den starken Reiz — aber bald gewinnen die Bewegungen eine bestimmte Form — typische Bewegungen — sie wiederholen sich immer rascher, das Anziehen und Abstossen macht einer starren Haltung in den obersten und Mittelgelenken Platz, während die Händchen, Füsschen oder einzelne Muskeln von Zeit zu Zeit wirklich zittern — Zitterbewegungen — bis endlich ein deutliches Zittern auftritt. Die nächsten Male wiederholt sich vielleicht noch der geschilderte Entwicklungsgang von den ziellosen Bewegungen zum Zittern, während in der Folge das Zittern sofort als solches zur Erscheinung kommt. Besonders deutlich sah ich an den Brustmuskeln eine dem Kieferzittern ganz ähnliche Entwicklung, indem die Bewegungen, welche anfänglich das Geschrei begleiteten, zum Zittern wurden, das später vom Schreien losgelöst beobachtet wurde.

Es bleibt mir nur noch übrig, einige Worte über die Entwicklung der ersten Nachwirkung der Abkühlung anzuschliessen, an der man eine Ausbildung der wärmeregelnden Thätigkeit dadurch nachweisen kann, dass die Zeitdauer immer kürzer wird, welche es braucht, bis die Körperwärme wieder ihre gewöhnliche Höhe erreicht hat. v. Bärensprung und Sommer (s. S. 441) haben dies durch Berechnung der Mittelzahlen aus verschiedenen Versuchen und an verschiedenen Kindern wahrscheinlich gemacht, mir schien es nothwendig, diese Erscheinung an ein und demselben Kinde zu verfolgen, um dergestalt die in der Berechnung von Mittelzahlen gelegene Fehlerquelle auszuschliessen. Ich habe nach dieser Richtung drei Versuche an der Klinik des Herrn Hofraths Prof. Breisky in Prag angestellt, führe aber als Beispiel nur einen derselben an, weil sie sich gleichen und dabei doch nicht vollkommen beweiskräftig sind. Die Körperwärme wurde nemlich in der „künstlichen Achselhöhle“ gemessen, bei welcher Anlegungsart des Thermometers es unmöglich

war, die Temperatur unmittelbar vor und bald nach dem Bade zu bestimmen. Da aber eben dieser Weg der einzige ist, den frühere, die obgenannten Forscher vor mir zur Nachweisung der Entwicklung der Wärmeregelung betreten haben, so kann ich meine Versuche immerhin als Bestätigung der von ihnen angegebenen Thatsache für ein und dasselbe Individuum betrachten.

Versuch LXIII. Klinik Hofrath Prof. Breisky's in Prag. Hauser, I para. Mädchen, geb. am 7. Sept. 1885 um 1,45 nachts. 2900 g schwer.

7. September. Zimmertemperatur 18°.

	Körperwärme
vorm. 10,33—10,38 Bad von 25°	
12	35,15
1	36,30

8. September. Gewicht 2755 g.
Zimmertemperatur 18°.

vorm. 10,5—10,10 Bad von 25°	
11	36,9
12	37,0
1	37,0

1. Lebenstag	Körperwärme		2. Lebenstag
nach 82 Min.	35,15	36,9	nach 50 Min.
„ 142 „	36,3	37,0	„ 110 „

Wir sind im Laufe dieser Untersuchungen von der Wärmebeweglichkeit des neugeborenen Kindes ausgegangen, wie sie sich unter Anderem durch das Auftreten zufälliger Schwankungen kenntlich macht. Indem wir die Ursachen derselben im Einzelnen verfolgten, gelangten wir dazu: Dass pathologische Ursachen nur bei Aufstellung einer bisher unbegründeten Vermuthung angenommen werden können, dass mangelnde oder häufige Nahrungszufuhr zur Erklärung in normalen Fällen nicht in Frage kommt, dass hingegen das Aufeinanderwirken zweier den Wärmegang beeinflussenden Umstände für die Entstehung derselben von Bedeutung ist. Wir haben ferner bewiesen: Dass die Körpergrösse des Neugeborenen seine Wärmebeweglichkeit zum Theile aber nicht vollständig erklären kann, dass eine grössere Wärmedurchlässigkeit seiner Haut nicht besteht. — Bei dem Mitwirken so zahlreicher Umstände, deren Einfluss vollständig zu beseitigen durch die uns mögliche Versuchsanordnung undenkbar war, konnte eine letzte, für die Lehre von der Regu-

lation besonders bedeutsame Ursache der Wärmebeweglichkeit, die mangelhafte Entwicklung der wärmeregelnden Vorrichtungen, nicht durch Ausschluss der übrigen möglichen Ursachen nachgewiesen werden. Dagegen ist uns der unmittelbare Nachweis derselben durch die Beobachtungen über das Auftreten der Erst- und ersten Nachwirkung der Abkühlung beim Neugeborenen gelungen. Damit ist weiteren Untersuchungen, welche die mangelnde oder unvollkommene Thätigkeit des Wärmeregulationsapparates beim Neugeborenen in seinen einzelnen Theilen nachweisen wollen, erst die Berechtigung gegeben.

Wo die biologisch von uns erwiesene Entwicklung zu suchen sei, dafür können wir an dieser Stelle einige Anhaltspunkte geltend machen.

Da auch erwachsene Thiere, wie Rosenthal I und Nassaroff gezeigt haben, durch den Zwang der äusseren Umstände ihre Wärmeregelung zu vervollkommnen lernen, bei ihnen aber eine diese Anpassung vermittelnde Ausbildung der empfindenden oder bewegenden Nervenfasern und deren Angriffspunkte kaum wahrscheinlich ist, so wird man wohl für die erwachsenen und ebenso für die neugeborenen Thiere die Entwickelung in die verbindenden Theile des Nervensystems d. h. in das Centralnervensystem verlegen dürfen. Dafür spricht auch das Entstehen des Zitterns. Aus einer Reihe von Bewegungen, welche in Folge eines starken äusseren Reizes auftreten, wird, wohl unter dem Einflusse von Lust- und Unlustgefühlen, jene Art derselben ausgewählt, welche, wie dies neuerdings wieder durch die Arbeit Lukjanow's klar geworden ist, die grösste Wärmemenge im Muskel aufspeichert. Das Kind empfindet die Kälte beim ersten Male eben so gut wie in den folgenden Versuchen, das beweist sein Schreien; die Muskeln antworten gleichfalls schon das erste Mal auf den Reiz, aber die zweckmässigste Abwehr gegen die Abkühlung muss erst erlernt werden, wenn man diesen sonst für bewusste Thätigkeit aufgesparten Ausdruck auch für diesen Vorgang am Platze findet.

Uebrigens hat auch Preyer (II S. 114) die Entwicklung der wärmeregelnden Thätigkeit in das Gehirn verlegt, weil er, wie auch Genzmer (S. 11) und Kussmaul (S. 24), eine Un-

vollkommenheit der Temperaturempfindung kaum anzunehmen gewillt ist[1]).

Um demnach eine genauere Ortsbestimmung der beim Neugeborenen noch nicht vollkommen entwickelten wärmeregelnden Thätigkeit zu erreichen, wird man denselben Weg fortzusetzen haben, den ich in meiner Arbeit über den Einfluss der Grosshirnrinde auf die Gefässe betreten habe.

Die in der vorliegenden Arbeit mitgetheilten Versuche wurden an den geburtshülflichen Kliniken der Herren Geheimrath Professor Gusserow in Berlin, Hofrath Professor Breisky in Prag und im physiologischen Institute des Herrn Ober-Medicinal-Rathes, Professor v. Voit in München angestellt, denen ich für ihre liebenswürdige Unterstützung meiner Studien besten Dank sage. Den gleichen spreche ich auch den Herren Professor Bollinger, Ober-Medicinal-Rath Professor v. Pettenkofer, Professor Rüdinger, Medicinal-Rath Professor Winckel in München, Professor H. Chiari in Prag und Herrn Dr. Rudolf Fischl daselbst aus, welche mir das für meine Untersuchungen nothwendige Material gewährten oder die Benutzung der Einrichtungen Ihrer Institute gestatteten. Besonderen Dank bin ich Herrn Dr. E. Voit, Privatdocent und Assistent am physiologischen Institut in München, schuldig, welcher mich bei allen im dortigen physiologischen Institute angestellten Versuchen in freundschaftlichster Weise unterstützt hat.

---

1) Vielleicht ist aber die nach Alsberg (Untersuch. üb. d. Raum- und Temperatursinn. Diss. Marburg 1863) für die Feinheit des Temperaturgefühles wesentliche, grössere Blutfülle der Haut des Neugeborenen von einiger Bedeutung.

Literatur-Verzeichniss.

Alexeeeff, Ueber die Temperatur des Kindes im Uterus. Archiv für Gynaek. Bd. X S. 141. 1876.

Allix, Etude s. l. physiologie d. l. première enfance. Paris 1867. S. 171 ff.

Andral, Note s. l. température des nouveau-nés. Acad. d. sciences, 18. April 1870 cit. nach Gaz. hebdom. 1870. S. 265.

Arnheim Fr., Ueber das Verhalten des Wärmeverlustes etc. Zeitschr. f. klin. Medicin Bd. V S. 368. 1882.

v. Bärensprung F., Untersuch. über die Temperaturverhältnisse d. Fötus und d. erwachsenen Menschen im gesunden und kranken Zustande. Müller's Arch. S. 126. 1851.

Bergmann Carl, Ueber die Verhältnisse der Wärmeökonomie der Thiere zu ihrer Grösse. Göttinger Studien, Abth. I S. 595. 1847.

Bonnal, Température chez l'enfant au moment. d. l. naissance. Acad. d. sc. 2. Nov. 1885 cit. nach Rev. mens. d. malad. de l'enf. S. 95. 1886.

Cassels Glasgow med. J. 1867 Febr. cit. nach Virchow-Hirsch Bd. I S. 84. 1867.

Chossat Ch., Recherches expér. sur l'inanition. Paris 1843.

Cohnstein J. I., Vom Leben und Tode der Frucht. Arch. f. Gynaek. Bd. IV S. 547. 1872.

— II., Die Thermometrie d. Uterus. Virch. Arch. Bd. LXII S. 141. 1884.

Cohnstein J. und Zuntz N., Untersuchung über das Blut, den Kreislauf u. d. Athmung b. Säugethierfötus. Pflüger's Arch. Bd. XXXIV S. 173. 1884.

Colin I, Des variations d. l. température d. l. peau, d. refroidissement et de l'echauffement d. corps dans divers milieux. Bull. de l'Acad. d. méd. S. 93. 1880.

— II, Sur le refroidissement d. corps par l'eau. Daselbst S. 296.

Davis C., Beitr. z. Kenntniss d. Körpertemperatur im Kindesalter. Diss. Bern 1879.

Davy, Physiological Researches. S. 6. 1863.

Demme R., Das Verhalten der Körpertemperatur im Kindesalter. 14. Ber. des Jenner'schen Kinderspitals. Bern 1877. S. 7.

Despretz C., Recherches experiment. s. l. causes d. l. chaleur animale. Annales de chimie et phys. t. XXVI. 1824.

Edwards W. F., De l'influence des agens physiques s. l. vie. Paris 1824.

Erőss J. I, Ueber den Einfluss der äusseren Temperatur ... auf die Körperwärme ... junger Säuglinge ... Zeitschr. für Heilkunde Bd. V S. 317. 1884. Magyarisch im 14. Bd. d. Naturw. Abh. d. ungar. Akad. d. Wissenschaften.

— II, Untersuch. üb. d. normalen Temperaturverhältnisse d. Neugeborenen in den ersten acht Lebenstagen. Jahrbuch f. Kinderheilk. N. F. Bd. XXIV S. 189. 1886.

— III, Untersuchungen über die Temperaturverhältnisse frühzeitig geborener Kinder. Arch. f. Gynaek. Bd. XXVII. 1886.

Falck F., Ueber die hygien. Bedeutung d. Wassergehaltes der Atmosphäre. Virchow's Arch. Bd. LXII S. 258. 1874.

Fehling I, Ueber Temperaturen bei Neugeborenen. Archiv für Gynaek. Bd. VI S. 385. 1874.

— II. Klinische Beobachtungen über den Einfluss der todten Frucht auf die Mutter. Das. Bd. VII S. 143. 1874.

Fiedler und Hartenstein, Arch. d. Heilk. S. 97. 1870.

Finkler D., Beitr. zur Lehre von d. Anpassung d. Wärmeproduction a. d. Wärmeverlust b. Wärmeblütern. Pflüger's Arch. Bd. XV S. 603. 1877.

Finlayson, Glasgow med. J. 1869 cit. nach Journ. f. Kinderkr. Bd. LII S. 413.

Förster R. I, Ueber Thermometermessung b. Kindern. Das. Bd. XXXIX. 1862.

— II, Ueber Fieberbehandlung bei Kindern. Jahrb. f. Kinderkr. N. F. Bd. XVI S. 409. 1881.

François-Franck, Note s. quelques résultats d'expériences de réfrigeration artificielle, médiate, progressive. C. r. d. l. Soc. de Biologie S. 108. 1883.

Geigel, Wärmeregulation und Kleidung. Arch. f. Hyg. Bd. II S. 318. 1885.

Genzmer A., Unters. üb. die Sinneswahrnehmungen d. neugeborenen Menschen. Diss. Halle 1873.

Hecker A. F., Die Kunst, unsere Kinder zu gesunden Staatsbürgern zu erziehen u. s. w. Erfurt 1805. S. 284.

Hennig C. I, Die Wärme des gesunden Uterus während d. Wehen. Arch. f. Gynaek. Bd. XIV. 1879.

— II, Ueber das den Verlauf der Schutzpocken begleitende Fieber. Jahrb. f. Kinderkrankh. Bd. I S. 44. 1858.

Högyes A., Bemerkungen über d. Methode der Mastdarmtemperatur-Bestimmung bei Thieren und über einige mit diesen in Zusammenhang stehende Fragen. Arch. f. exp. Path. Bd. XIII S. 354. 1881.

Horvath O., Zur Abkühlung d. Warmblüter. Pflüger's Arch. Bd. XII S. 275 1875.

Jacobi A., In Gerhardt's Handbuch der Kinderkrankh. 2. Aufl. I. S. 35.

Jäger H., Ueber die Körperwärme des gesunden Menschen. Diss. Tübingen 1881 und Ziemssen's Arch. Bd. XXIX.

Jakubowitsch W., Zur Lehre v. der Pseudohypertrophie und progr. Atrophie der Muskeln bei den Kindern. Arch. f. Kinderheilk. Bd. VI S. 288. 1885.

Jürgensen Th., Die Körperwärme d. gesunden Menschen. Leipzig 1873.

Klug F., Unters. über die Wärmeleitung der Haut. Zeitschr. für Biol. Bd. X S. 73. 1874.

König A., angeführt bei Finkler: Ueber das Fieber. Arch. f. d. ges. Physiologie Bd. XXIX S. 236. 1882.

Krieger, Untersuch. und Beobacht. über die Entstehung von entzündl. und fieberhaften Krankheiten. Zeitschr. f. Biol. Bd. V S. 500. 1869.

Krüger, Ueber die zur Nahrung Neugeborener erforderlichen Milchmengen mit Rücksicht auf die Gewichtsveränderungen der Kinder. Archiv f. Gyn. Bd. VII S. 59. 1875.

Kunkel, Ueber die Temperatur d. menschl. Haut. Sitzungsber. d. Würzburger Phys.-med. Gesellschaft. 5. Juni 1886.

Kussmaul Ad., Unters. über d. Seelenleben d. neugeb. Menschen. Leipzig und Heidelberg 1859.

Küttner, Schmidt's Jahrb. Bd. LXXVIII S. 265. Besprechung über ein Buch von Scharlau.

Langer L., Ueber die chemische Zusammensetzung d. Menschenfettes in verschiedenen Lebensaltern. Monatsh. f. Chemie Bd. II S. 382.

Langlois P., D. l. calorimétrie chez les enfants malades. C. r. d. l'Acad. d. sc. 21. März 1887.

— Beitrag z. Studium der directen Calorimetrie beim Menschen. Centralbl. für Physiolog. Nr. 11 S. 237 1887.

Lépine R., S. l. température des nouveau-nés. Note prés. à la Soc. d. biol. Gaz. méd. de Paris 1870 S. 368.

Liebermeister C., Handbuch d. Path. und Therapie des Fiebers. Leipzig 1875.

Littré, Argum. des Aphor. d'Hippocrate t. IV S. 430 cit. nach Quinquaud S. 187.

Löschner, Winke über die Erziehung der Kinder vom physiologischen Standpunkte. Jahrb. f. K. Alte F. IV. Anal. S. 105. 1861.

Lukjanow S. M., Wärmelieferung und Arbeitskraft des blutleeren Säugethiermuskels. Arch. f. Physiol. Physiolog. Abth. Suppl.-Bd. S. 117. 1886.

Luys. Le cerveau et ses fonctions. cit. b. Perez B. La psychologie de l'enfant. Paris 1882. S. 2.

Martins M. Mem. s. l. temp. d. oiseaux palmipédes du nord de l'Europe. Journ. d. physiol. t. I S. 10. 1858.

Masje A., Untersuchungen üb. die Wärmestrahlung d. menschl. Körpers. Virch. A. CVII. S. 17. 1887.

Mignot A. R., Rech. s. l. phénomènes normaux et morbides d. l. circulation d. l. caloricité et d. l. respiration chez les nouveau-nés. Thése. Paris 1851.

Nassaroff, Einige Versuche über künstliche Abkühlung u. Erwärmung warmblütiger Thiere. V. A. Bd. XC S. 482. 1882.

Parrot J., Clinique des nouveau-nés. L'athrepsie. Paris 1877 und Archiv. d. physiol. 1873.

Pasquali A., Trattato delle malattie dell' infanzia. Vol. I S. 173 Casale 1876.

Peters F., Einige Beobachtungen z. Diätetik d. Säuglingsalters. Diss. Bonn u. Jahrb. f. K. N. F. Bd. X S. 314. 1876.

Pilz C., Die normale Temperatur im Kindesalter. Das. Bd. IV S. 414. 1871.

Politzer L. M., Zur Diagnose der fieberhaften Krankheiten des Kindesalters in ihrem Beginne und Anfangsverlaufe. Das. S. 292.

Preyer W. I, Specielle Physiologie des Embryos. Leipzig 1885.

— II, Die Seele des Kindes. Leipzig 1882.

Priestley W. O., The Lumleian Lectures on the Pathology of intra-uterine death. Lect. I. Brit. med. J. 1887 I. 26. März S. 666.

Prouff, Variations d. l. température chez l. nouveau-nés. Soc. d. chir. 9. Apr. 1879 cit. nach Gaz. hebd. 1879. S. 254.

Quinquaud Eug., Essai s. l. puerpérisme infectieux ... Paris 1872.

Raudnitz R. W., Ist ein unmittelbarer Einfluss d. Grosshirnrinde auf die Gefässe nachgewiesen. Virchow's Arch. CI. S. 276. 1885.

— Zur Wärmelehre des Neugeborenen. Vorl. Mitth. Prag. med. W. 1885 Nr. 26.

René A., Exposé de quelques recherches s. l. température axillaire et s. l. temp. rectale chez les enfants. Rev. méd. de l'Est. S. 146. 1877.

Renzi, Sulla temp. animale nelle varie parti del corpo e nelle diverse ore del giorno e sulla circulazione capillare. Gaz. med. ital. Lombardia 1865 34. cit. nach Canstatt's Jahresber. Bd. I S. 97.

Richet Chr., Observ. calorimetr. s. l. enfants. C. r. de l'Acad. d. sc. 29. Juni 1885.

Riegel, Ueber Wärmeregulation u. Hydrotherapie. Ziemssen's Arch. Bd. IX S. 591. 1871 Vers. XLVII, XLV, XLIII.

Ritter v. Rittershain, im Oester. Jahrb. f. Pädiatr. Bd. VIII Sammelber. S. 23, Besprechung von Demme.

Rodsajewski D. K., Der Einfluss des Actus der Nahrungsaufnahme auf die täglichen Temperaturschwankungen. Petersb. med. W. 1885 S. 237.

Roger, Rech. cliniques s. l. maladies de l'enfance t. I Paris 1872.

Römer, Beitr. z. Kenntniss der peripher. Temperatur. Diss. Tübingen 1881.

Rosenthal I, Zur Kenntniss d. Wärmeregulirung bei d. warmblütigen Thieren. Erlangen 1872.

— II, Die Physiologie der thier. Wärme. In Herrmann's Handb. Bd. IV, 1880.

Rubner M., Ueber den Einfluss d. Körpergrösse auf den Stoff- und Kraftwechsel. Zeitschr. f. Biolog. Bd. XIX S. 535. 1883.

Schäfer R., De calore et pondere rec. natorum. Diss. Gryphiswalde 1863.

Schöpf-Merei, Ueber die Fieber in ihrer objectiven Erscheinung b. kleinen Kindern. Journ. f. Kinderkr. Bd. XIX S. 270. 1862.

Schreber, Die Eigenthümlichkeiten des kindl. Organismus. Leipzig 1852, S. 85.

Schröder, Beitrag z. Lehre von der pathol. örtl. und allgem. Wärmebildung. V. A. XXXIII. 1866.

Schütz A., Ueber Gewicht und Temperatur der Neugeborenen. In Beitr. zur Geburtsh., Gynaek. und Pädiatrik. Festschr. Leipzig 1881.

Schütz-Autenrieth, Diss. sistens experimenta circa calorem foetus et sanguinem ipsius instituta. Diss. Tübingen 1799.

Schwarz E., Beitrag z. Physiologie und Pathologie d. peripheren Körpertemp. d. Menschen. Ziemssen's Arch. Bd. XXXVIII S. 318. 1885.

Sommer C., Ueber die Körperwärme d. Neugeborenen. Deutsche med. W. 1880 Nr. 43—46.

Squire W., Infantile temperatures in health and disease. Transact. of the obstetr. Soc. of London. Vol. X. p. 274 London 1869, besonders erschienen unter dem Titel: Temperature observations on infants and children ... London 1887.

Stockton-Haugh J., Philad. med. Times cit. b. Jacobi S. 34 2. Aufl.

Sturges Oct., The temperature of young children in health an disease. Vol. II of the Westminster Hospital Reports 1886.

Taylor C., Comparison of the bodly temp. in diff. situations. N. Y. med. Rec. 1882 18. Nov. cit. nach Virchow-Hirsch 1882 Bd. 1 S. 218.

Vierordt K. v., Physiologie des Kindesalters in Gerhardt's Handb. der Kinderkrankh. 2. Aufl. Tüb. 1881.

Walther, Beiträge zu d. Lehre von der thier. Wärme. V. A. Bd. XV S. 414.

Wertheim G., Ueber Erfrierung. Wiener med. W. 1870 Nr. 19—25.

Wolff C., Ueber Temperaturschwankungen bei Neugeborenen. Diss. Berl. 1882.

Wunderlich C. A., Das Verhalten der Eigenwärme in Krankheiten. Lpz. 1868.

Wurster, Beiträge z. Tocothermometrie mit besonderer Berücksichtigung des Neugeborenen. Diss. Zürich 1870 und Berlin kl. W. 1869. 39.

Zit J., O měrení teploty u dětí a praktickém jeho významu. Prag 1885.

Kommt der Cellulose eiweissersparende Wirkung bei der Ernährung der Herbivoren zu?

Von

Prof. Dr. H. Weiske.

Bei Mittheilung meiner im Jahre 1884 und 1885 in Gemeinschaft mit Dr. B. Schulze und Dr. E. Flechsig ausgeführten Fütterungsversuche über obige Frage [1]) wurden von mir unter Anderem auch die Fütterungsversuche, welche v. Knieriem über den gleichen Gegenstand inzwischen veröffentlicht hatte, einer eingehenden Besprechung unterworfen (a. a. O. S. 393 bis 398), wobei ich zu dem Resultat gelangte, dass sich unter genauer Erwägung der von mir ausführlich erörterten Umstände aus v. Knierim's Versuchen ein bestimmter Schluss über den Nährwerth der Cellulose wohl kaum ziehen lässt, und dass diese Versuche eher gegen als für eine eiweissersparende Wirkung der Cellulose sprechen dürften.

Diese Besprechung hat v. Knieriem Veranlassung zu einer „Entgegnung" gegeben (vgl. diese Zeitschr. 1888 Bd. 24 S. 293), aus welcher ich ersehe, dass derselbe auf seinem früheren Standpunkt stehen geblieben und durch die von mir hervorgehobenen und begründeten Bedenken nicht zu einer andern Ueberzeugung gelangt ist. Ebensowenig haben mich jedoch die in seiner „Entgegnung" enthaltenen Auseinandersetzungen eines andern zu belehren vermocht. Da eine nochmalige Erörterung dieser Angelegenheit

---

1) Zeitschr. f. Biolog. 1886 Bd. 22 S. 373.

nutzlos sein würde, so begnüge ich mich, auf das bereits früher von mir Besprochene zu verweisen und überlasse es dem vorurtheilsfreien Leser beider Arbeiten, sich selbst ein Urtheil darüber zu bilden, ob event. inwieweit meine früher ausgesprochenen Behauptungen durch v. Knieriem's „Entgegnung" wiederlegt sind.

Am Schluss seiner „Entgegnung" bespricht v. Knieriem auch meine Versuche und glaubt, dass dieselben als nicht beweiskräftig angesehen werden dürfen. Ich hoffe in nachfolgenden Auseinandersetzungen das Gegentheil zu beweisen und werde mich hierbei bemühen, möglichst sachlich zu verfahren und gewisse persönliche Bemerkungen, wie sie v. Knieriem in seiner „Entgegnung" bringt, die aber zur Förderung der Sache nichts beitragen, zu vermeiden.

In Betreff meines Hammelfütterungs-Versuches hebt v. Knieriem hervor, dass der von mir für das Proteïn des Haferstrohes gefundene Verdauungscoëfficient, da die den Faeces beigemengten Stoffwechselproducte nicht berücksichtigt wurden, zu niedrig sei, und dass demnach in den beiden Perioden mit Haferstrohbeigabe mehr verdauliches Proteïn aufgenommen worden sei als in den übrigen Perioden. Aus diesem Umstand soll sich nach v. Knieriem der stärkere Stickstoffumsatz in diesen beiden Perioden gegenüber denen mit Beigabe von Stärkemehl und Zucker erklären.

Mit Bezug auf diesen niedrigen Verdauungscoëfficienten hatte ich bereits in meiner Arbeit (a. a. O. S. 377) folgendes hervorgehoben: „Die sehr geringe Verdaulichkeitsziffer für Proteïn dürfte sich ausserdem wohl auch mit dadurch ergeben haben, dass hier, wo nur geringe Mengen eines sehr stickstoffarmen Futters aufgenommen worden waren, die den Darmexcrementen stets in geringer Menge beigemengten und dem unverdaulichen Theile des Futters mit beigezählten stickstoffhaltigen Stoffwechselproducte (Gallenbestandtheile, Epithel etc.) mehr als bei stickstoffreicher Fütterung alterirend ins Gewicht fallen. Demgemäss ist anzunehmen, dass die oben aus der Differenz zwischen Futter und Faeces berechneten Verdauungscoëfficienten für Proteïn etwas kleiner ausgefallen sind, als dem Thatbestande entspricht. Der eventuell hierdurch veranlasste Fehler ist indess keineswegs der Art, dass er die nachfolgenden Resultate unserer Versuche zu beeinträchtigen im Stande wäre".

Letzterer Ansicht bin ich auch gegenwärtig noch. Durch die in neuerer Zeit von Th. Pfeiffer mitgetheilten Untersuchungen hat sich ergeben, dass die Menge der im Koth der Schweine ausgeschiedenen Stoffwechselproducte von der Menge der verdauten Trockensubstanz abhängt und zwar derart, dass auf 100 g verdaute Trockensubstanz 0,4 g Stickstoff als den Stoffwechselproducten zugehörig zu rechnen sind, welche Zahl mit den von anderer Seite für Hammel ermittelten Werth gut übereinstimmt. v. Knieriem führt selbst einen Versuch an, nach welchem der Koth von mit stickstofffreier Rohfaser und mit Zucker gefütterten Kaninchen auf 100 g verdaute Trockensubstanz 0,4 g Stickstoff in Aether und Alkohol, 0,7 g Stickstoff in Aetheralkohol und Wasser löslich enthielt. Erstere Zahl (0,4 g) würde also mit der für den Hammel ermittelten übereinstimmen und wäre bei unseren Versuchen in Rechnung zu bringen.

In den fünf Perioden betrug nun die Menge der pro Tag verdauten Trockensubstanz: 378,50 g, 550,78 g, 536,18 g, 569,32 g, 446,39 g, mithin wären als den Stoffwechselproducten zugehörig in Rechnung zu bringen: 1,51 g, 2,20 g, 2,14 g, 2,28 g, 1,79 g Stickstoff. Die Menge des in den verschiedenen Perioden pro Tag verabreichten verdaulichen Stickstoffs würde sich demnach wie folgt berechnen: 22,02 g, 21,78 g, 22,16 g, 21,09 g, 22,43 g, wogegen die ohne Berücksichtigung der beigemengten Stoffwechselproducte ursprünglich von mir angegebenen Werthe folgende waren: 20,51 g, 19,58 g, 20,02 g, 18,81 g, 20,64 g. Es ergiebt sich hieraus, dass bei Berücksichtigung der Stoffwechselproducte, die Absicht, in allen fünf Perioden möglichst gleiche Mengen verdaulichen Stickstoffs zu verfüttern, noch besser erreicht worden ist, als ohne dieselbe.

Bei dieser Berechnung ist die Verdaulichkeit in üblicher Weise jedesmal aus der Differenz zwischen dem aufgenommenen Futter und dem ausgeschiedenen Koth berechnet worden. Diese Rechnungsweise verwirft v. Knieriem, weil es hier zu schwierig sei, den Koth der einzelnen Perioden genau abzugrenzen, und er ermittelt die Menge des täglich in den fünf Perioden aufgenommenen verdaulichen Stickstoffs auf die Weise, dass er die in Periode I (Bohnen-

fütterung ohne jede Beigabe) gefundene Verdaulichkeit des Bohnen-Proteïns auch für alle folgenden vier Perioden, in denen die Bohnen unter Beigabe von Haferstroh oder unter Beigabe von Stärke und Zucker verfüttert wurden, zu Grunde legt, und bei den zwei Perioden mit Haferstrohbeigabe die hier unter Berücksichtigung der Stoffwechselproducte berechnete Menge des verdaulichen Haferstrohstickstoffes hinzuaddirt.

Bei dieser Rechnungsweise würde sich nun Folgendes ergeben. Erfahrungsmässig hat sich herausgestellt, dass beim Hammel auf 100 g verdaute Trockensubstanz 0,4 g Stickstoff als den Stoffwechselproducten zugehörig zu rechnen sind. Mit Rücksicht hierauf erhält man die Zahl 42,15% (nicht 43,2%, wie v. Knieriem irrthümlich angibt) als Verdauungscoëfficient für Haferstrohstickstoff, und demgemäss gestaltet sich nun die tägliche Aufnahme an verdaulichem Stickstoff sowie der Stickstoffumsatz folgendermaassen:

	Verdaulicher N aufgenommen g	N im Harn g	Harnvolumen ccm	Wasserconsum ccm
Per. I. 500 g Bohnen ohne Beigabe	20,51	20,93	1240	1354
„ II. 490 g Bohnen mit 515 g Haferstroh[1])	21,24	16,82	836	1681
„ III. 500 g Bohnen mit 166,8 g tr. Stärke und Zucker	20,62	14,94	1412	1631
„ IV. 490 g Bohnen mit 515 g Haferstroh[1])	21,31	17,26	647	1977
„ V. 500 g Bohnen mit 83,4 g tr. Stärke und Zucker	20,62	17,75	1706	1800

Aus obigen Zahlen ist demnach deutlich zu ersehen, dass, selbst wenn man die Rechnungsweise v. Knieriem's meinen Versuchen zu Grunde legt, das Resultat der Hauptsache nach das frühere bleibt und zu der Behauptung berechtigt, dass die Haferstrohbeigabe mit 170 g verdaulichen Kohlenhydraten (88 g verdaulicher Cellulose und 82 g verdaulichen stickstofffreien Extract-

1) In diesen 515 g Haferstroh waren 88 g verdauliche Cellulose und 82 g verdauliche stickstofffreie Extractstoffe enthalten.

stoffen) den Eiweiss- resp. Stickstoffumsatz bei Weitem nicht in dem Maasse herabzusetzen vermocht hat, wie die Beigabe von 166,8 g trockener Stärke und Zucker, sondern dass die Verminderung des Eiweissumsatzes bei der Haferstrohbeigabe (Periode II und IV) nur etwa soviel betrug, wie in Periode V, in welcher nur etwa soviel Stärke und Zucker zu den Bohnen gefüttert wurde, als die Menge der stickstofffreien Extractstoffe des verabreichten Haferstrohs betrug, woraus weiter klar und deutlich hervorgeht, dass die pro Tag aufgenommenen 88 g verdaulicher Cellulose ohne bemerkbaren Einfluss auf den Eiweissumsatz geblieben sind.

Das Plus an verdaulichem Stickstoff, welches nach obiger Berechnung v. Knieriem's in der Haferstrohfütterungsperiode gegenüber den entsprechenden Perioden mit Stärke- und Zuckerbeigabe aufgenommen wurde, beträgt 0,62 g resp. 0,69 g und kann um so weniger den 1,88 g resp. 2,32 g betragenden, stärkeren Stickstoffumsatz dieser beiden Perioden II und IV gegenüber der entsprechenden Periode III veranlasst haben, als gerade in diesen beiden Perioden II und IV das Harnvolumen sehr gering war, wogegen es in Periode III und V nahezu das doppelte, resp. dreifache betrug (vgl. obige Tabelle). Bekanntlich pflegt aber mit der Grösse des Harnvolumens unter übrigens gleichen Umständen auch der Stickstoffumsatz zu steigen, wie dies insbesondere die Untersuchungen C. v. Voits gezeigt haben, und ist daher anzunehmen, dass bei gleichem Harnvolumen die Resultate noch weit deutlicher für das Unvermögen der Cellulose, den Eiweissumsatz zu vermindern, gesprochen haben würden.

Wie bereits bei meiner ersten Mittheilung hervorgehoben wurde, trägt dieser sehr beachtenswerthe Umstand, dass beidemal gerade mit der Stärkebeigabe so grosse Harnmengen mit viel weniger Stickstoff, dagegen beidemal während der Haferstrohbeigabe so wenig Harn mit viel mehr Stickstoff zur Ausscheidung gelangte, ganz wesentlich zur Bekräftigung meiner bereits früher mit aller Bestimmtheit ausgesprochenen Behauptung bei: dass die Cellulose keine dem Stärke-

mehl und anderen verdaulichen Kohlenhydraten analoge eiweissersparende Wirkung besitzt.

Ich glaube durch obige Auseinandersetzung nachgewiesen zu haben, dass v. Knieriem's Berechnung des aufgenommenen verdaulichen Stickstoffes unter Berücksichtigung der Stoffwechselproducte im Haferstrohkoth meinen Versuchsresultaten nicht „verhängnissvoll" geworden ist, sondern vielmehr dazu beigetragen hat, dieselben von Neuem zu bekräftigen.

Trotzdem unsere Hammelfütterungsversuche zweifellose Resultate ergeben hatten, unterliessen wir es nicht, nochmals Versuche in gleicher Richtung mit Kaninchen anzustellen, deren Resultate die früheren vollständig bestätigten (vgl. a. a. O. S. 398).

Ueber diese Kaninchenfütterungsversuche äussert sich v. Knieriem in seiner „Entgegnung" ganz kurz folgendermaassen: „Aus den beiden Kaninchenversuchen lässt sich ebenfalls kein sicherer Schluss nach dieser Richtung hin ziehen, und zwar, weil erstens über die Verdauung der verfütterten Rohfaser keine Bestimmung vorliegt und die Stickstoffausscheidungen in dem zweiten Versuch in zu unregelmässiger Weise verlaufen sind. Ausserdem stehen beide Versuche in einem so grellen Widerspruch zu einander, den der Verfasser wohl hervorhebt, ohne nach einer Erklärung dafür zu suchen".

Was zunächst die verfütterte Rohfaser anbelangt, so war diese aus demselben Haferstroh hergestellt, dessen Verdaulichkeit durch Versuche zuvor (a. a. O. S. 377) festgestellt worden war. Der Versuchshammel hatte diese Haferstrohrohfaser zu 47,48% verdaut; ob die Kaninchen diese Rohfaser, welche eine sehr günstige, feine Beschaffenheit besass, in etwas geringerem oder höherem Grade verdauten, soll dahin gestellt bleiben; jedenfalls liegt aber nicht der geringste Grund vor, anzunehmen, dass die gesunden, normalen Kaninchen plötzlich keine Rohfaser verdaut hätten.

Weiter hebt v. Knieriem hervor, dass die Stickstoffausscheidungen im zweiten Kaninchenversuch zu unregelmässig verlaufen seien. Ich habe bereits früher (a. a. O. S. 398 und 399) ausdrücklich darauf hingewiesen, dass Kaninchen wegen der Unregelmässigkeit, mit welcher sie oft den Harn entleeren, zur Erlangung ganz

exacter Resultate weniger geeignet sind, als grössere Thiere, und dass sich daher brauchbare Mittelzahlen nur durch entsprechend lange Versuchsperioden gewinnen lassen. Ich habe gerade aus diesem Grunde von Knieriem's Resultate, welche zum Theil nur vier Versuchstagen entstammten als nicht maassgebend bezeichnet, wogegen unsere Versuchsresultate das Mittel von acht resp. zehn Tagen waren. Ein Blick auf die a. a. O. S. 402 und 403 enthaltenen Tabellen unserer Versuchsresultate wird am einfachsten darüber belehren, ob v. Knieriem's Behauptung gerechtfertigt ist.

Als Beleg für die Unregelmässigkeit der Stickstoffausscheidung bei unserem zweiten Kaninchen führt v. Knieriem in seiner „Entgegnung“ S. 297 an, dass am 2. Juni 0,63 g Stickstoff und am 23. Mai 3,55 g Stickstoff ausgeschieden worden seien, (v. Knieriem meint wahrscheinlich den 24. Mai, denn am 23. Mai fanden sich laut Tabelle nur 0,89 g Stickstoff im Harn vor.) Wie kommt aber v. Knieriem dazu, gerade diesen Tag herauszusuchen, der doch ausdrücklich durch die Klammer als den Tagen der Vorperiode angehörig bezeichnet und gar nicht mit in Rechnung gezogen ist? In der zur Berechnung des Mittels verwendeten eigentlichen Versuchsperiode ist am 1. und 2. Juni in Folge unregelmässiger Harnentleerung thatsächlich eine grosse Differenz (3,01 g und 0,63 g Stickstoff) vorhanden, das Mittel beider Tage berechnet sich aber zu 1,84 g; am Tag zuvor waren 1,96 g und Tags darauf 1,87 g und im Mittel der 10 in Betracht kommenden Versuchstage 1,99 g Stickstoff im Tagesharn ausgeschieden worden, also doch gewiss recht brauchbare Zahlen.

In Betreff des letzten Einwandes, welchen v. Knieriem macht, nämlich dass bei dem ersten Kaninchen der Stickstoffumsatz durch Rohfaserbeigabe keine Verminderung erfuhr und bei dem zweiten sogar gesteigert wurde, sei schliesslich folgendes bemerkt. Das erste Kaninchen erhielt in Periode I zunächst längere Zeit hindurch täglich 10 g Fleischmehl und 20 g Stärke, hierauf in Periode II während 10 Tagen das gleiche Futter mit 15 g Rohfaser und in einer Periode III, welche 11 Tage dauerte, statt der Rohfaser täglich 15 g Stärke. Der Stickstoffumsatz war hierbei in Periode I: 1,40 g, in Periode II: 1,40 g uud in Periode III: 1,01 g resp. 1,04 g pro Tag, woraus in

voller Uebereinstimmung mit den früheren Versuchen wieder deutlich hervorging, dass die Cellulose keine dem Stärkemehl und anderen verdaulichen Kohlenhydraten analoge eiweissersparende Wirkung besitzt.

Bei dem anderen Kaninchen war die Versuchsanordnung umgekehrt: nach vorhergegangener Periode I mit dem gleichen Futter wie oben in Periode I erhielt dieses zweite Kaninchen in Periode II zu dem früheren Futter 15 g Stärke beigegeben und erst hierauf wurde in Periode III an Stelle dieser Stärkebeigabe 15 g Rohfaser verfüttert. Hierbei ergab sich folgender Stickstoffumsatz: in Periode I: 1,54 g, in Periode II: 1,25 g und in Periode III: 1,99 g Stickstoff pro Tag. Die Stärkebeigabe hatte also auch bei diesem Kaninchen eine Verminderung des Eiweissumsatzes zur Folge gehabt, während bei der Rohfaserbeigabe der Eiweisszerfall sogar noch gesteigert war.

Ein ähnliches Resultat erhielt v. Knieriem bei seinem dritten Kaninchenfütterungs-Versuch und erklärt dies in seiner „Entgegnung" S. 299 wie folgt: „Der Grund des Ansteigens der Stickstoffausscheidung ist die Zuckerentziehung" u. s. w.; wenn man statt „Zuckerentziehung" das Wort „Stärkeentziehung" setzt, so ist vielleicht auch das Ansteigen der Stickstoffausscheidung bei unseren Kaninchen nicht mehr so befremdend, denn auch bei diesem Thiere war mit der Rohfaserfütterung Entziehung der Stärkebeigabe eingetreten.

Zum Schluss möchte ich noch darauf hinweisen, dass inzwischen von E. v. Wolff[1]) in Hohenheim Pferdefütterungsversuche ausgeführt worden sind, welche unter Anderm zu dem Resultat führten, dass die Cellulose für die Ernährung des Pferdes aller Wahrscheinlichkeit nach bedeutungslos ist.

E. v. Wolff äussert sich in dieser Beziehung a. a. O. S. 97 folgendermaassen:

„Auf Grund der bereits so zahlreich vorliegenden Versuche, welche in Paris und Hohenheim, wie wir gesehen haben, zu sehr nahe übereinstimmenden Resultaten führten, kann man nunmehr wohl mit einiger Sicherheit die als Grundlagen einer rationellen Fütterung des Pferdes wichtigen Sätze aufstellen:

1) E. Wolff, Grundlagen für die rationelle Fütterung des Pferdes. Neue Beiträge. Berlin 1887 Verlag v. Paul Parey.

Die verdaute Rohfaser, mag dieselbe den Rauh- oder Kraftfutterarten angehören, hat für die Ernährung des Pferdes anscheinend gar keinen Werth, weder für die Erhaltung dieses Thieres bei völliger Ruhe im Stalle noch auch für die Leistungsfähigkeit bei der Arbeit".

In Erwägung aller dieser Umstände kann ich nicht umhin, bei meiner früheren Ansicht stehen zu bleiben und muss die bereits in meiner ersten Arbeit ausgesprochene Behauptung, „dass die Cellulose keine dem Stärkemehl und anderen verdaulichen Kohlenhydraten analoge eiweissersparende Wirkung besitzt", vollständig aufrecht erhalten.

Zur Frage der Blutgerinnung.

Von

L. C. Wooldridge.

In dieser Zeitschrift (1887 Heft 2) findet sich eine Abhandlung von Herrn Dr. Krüger, deren wesentlicher Inhalt in einer Kritik meiner vor Kurzem erschienenen „Uebersicht einer Theorie der Blutgerinnung" besteht. Unter Anderem sagt Herr Dr. Krüger „Gewiss hat Wooldridge nicht fehlgegriffen, wenn er eine Einwirkung des Lecithin auf die Gerinnung statuirt, denn es ist eine Thatsache, die schon von J. v. Samson-Himmelstjerna und A. Nauck festgestellt worden ist, dass nicht nur das Lecithin, sondern eine ganze Reihe von Producten der regressiven Metamorphose der Eiweisskörper eine Beziehung zur Fibringerinnung zeigen, aber eben nur als Fermentquellen, d. h. als Substanzen, von welchen sich das Fibrinferment unter geeigneten Umständen leicht abspaltet, worüber das genauere in den citirten beiden Arbeiten nachzusehen ist. Diese beiden Arbeiten berücksichtigt Wooldridge consequent gar nicht".

Die Abhandlungen von Samson-Himmelstjerna und von A. Nauck sind resp. 1885 und 1886 erschienen. In der „Uebersicht einer Theorie der Blutgerinnung" habe ich versucht, eine kurze Zusammenstellung meiner früher mitgetheilten Arbeiten zu geben.

Die intime Beziehung des Lecithins zur Fibrinbildung habe ich im Jahre 1883 entdeckt und in demselben Jahre habe ich drei Publicationen darüber gemacht. In Du Bois Archiv 1883 — „Zur Gerinnung des Blutes", im Journ. of Physiology (1) „Further Observations on the coagulation of the Blood." (2) „On the coagulation of the Blood". Ferner habe ich im Jahre 1884 in den Proceedings of the Royal Society, die Beziehung des Lecithins zur Bildung des Fibrinferments besprochen.

Da die Arbeiten von Samson-Himmelstjerna und Nauck erst zwei, resp. drei Jahre später erschienen sind, so ist es mir damals natürlich unmöglich gewesen, dieselben zu citiren. Wenn Herr Dr. Krüger jetzt behauptet, dass diese Thatsachen von den beiden citirten Herren festgestellt worden sind, so ist mir das eine sehr erfreuliche Bestätigung meiner Befunde. Was aber die übrigen „regressiven Metamorphosen der Eiweisskörper" und ihre Beziehung zur Fibrinbildung anbetrifft, so überlasse ich gern die Priorität den beiden citirten Herren,

da ich der Meinung bin, dass sie für die Gerinnung des Blutes nicht von der geringsten Bedeutung sind.

Was meine Stellung gegenüber der Mitwirkung von zelligen Elementen anlangt, so bin ich von Herrn Dr. Krüger einigermaassen missverstanden worden; ich leugne durchaus nicht, dass Leucocyten aus Lymphdrüsen und andere Gewebszellen in hohem Grade die Fähigkeit besitzen, extravascular Plasma zur Gerinnung zu bringen. Ich habe es selbst zuerst gefunden [1]).

Eben diese Fähigkeit verlieren sie, sobald sie in das kreisende Blut gebracht werden. In meiner „Uebersicht" habe ich gezeigt, dass Leucocyten aus Lymphdrüsen in das Thier injicirt, nicht nur keine intravasculäre Gerinnung hervorbringen, sondern auch mit dem Blute aus der Ader gelassen die Gerinnung nicht einleiten. Sie müssen daher durch das Verweilen in lebendem Blute ihre gerinnende Wirkung verloren haben.

Daraus folgt, dass die Wirkung von zelligen Massen auf Plasma nicht als ein Beweis herangezogen werden kann für die Betheiligung weisser Blutzellen an der Gerinnung.

Auf weitere Einwände des Herrn Dr. Krüger werde ich in einer ausführlichen Publication über die Gerinnungsfrage eingehen.

1) Siehe du Bois Archiv und Proc. Roy. Soc. 1881.

